

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-52870
(P2001-52870A)

(43)公開日 平成13年2月23日(2001.2.23)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード(参考)
H 0 5 B 33/14		H 0 5 B 33/14	B
C 0 9 K 11/06	6 2 0	C 0 9 K 11/06	6 2 0
H 0 5 B 33/12		H 0 5 B 33/12	C
			E
33/22		33/22	A
審査請求 未請求 請求項の数27 O L (全 49 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願平11-345071

(22)出願日 平成11年12月3日(1999.12.3)

(31)優先権主張番号 特願平11-157176

(32)優先日 平成11年6月3日(1999.6.3)

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社
東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72)発明者 小堀 勇

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(72)発明者 井上 鉄司

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(74)代理人 100082865

弁理士 石井 陽一

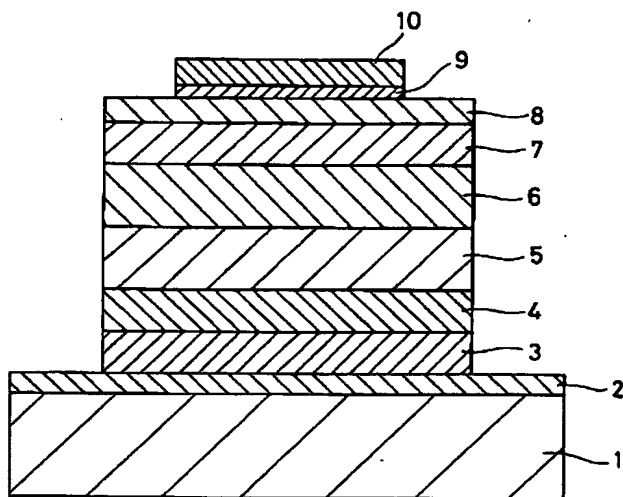
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 有機EL素子

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 青色発光光が効率よく得られ、さらには青色発光を含めた多色発光への対応が可能で、かつ高輝度で長寿命の有機EL素子を提供する。

【解決手段】 発光層に隣接するホール輸送層4および/または電子輸送層7中のホール注入輸送性化合物および/または電子注入輸送性化合物をホスト材料とする青色発光層を設けるか、青色発光層とアルカリ金属のハロゲン化物または酸化物を構成材料とした陰極とを組み合わせた有機EL素子とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 発光層と、この発光層に隣接するホール輸送層および／または電子輸送層を有し、前記発光層が青色発光層を含む1層または2層以上で構成され、前記青色発光層が前記ホール輸送層および／または電子輸送層中のホール注入輸送性化合物および／または電子注入輸送性化合物をホスト化合物として含有する有機EL素子。

【請求項2】 ホスト化合物が青色発光する化合物である請求項1の有機EL素子。

【請求項3】 ホスト化合物がフェニルアントラセン誘導体から選ばれる請求項2の有機EL素子。

【請求項4】 ドーパントを含有し、ドーパントにより青色発光する請求項1の有機EL素子。

【請求項5】 ホール輸送層および電子輸送層を有し、青色発光層が前記ホール輸送層および電子輸送層中のホール注入輸送性化合物および電子注入輸送性化合物の混合層である請求項1の有機EL素子。

【請求項6】 青色発光層がフェニルアントラセン誘導体および芳香族三級アミンの混合層である請求項5の有機EL素子。

【請求項7】 混合層でのホール注入輸送性化合物および電子注入輸送性化合物の濃度分布が均一である請求項5または6の有機EL素子。

【請求項8】 混合層でのホール注入輸送性化合物および電子注入輸送性化合物が膜厚方向で濃度分布を有し、ホール輸送層側にてホール注入輸送性化合物の濃度が高く、電子輸送層側にて電子注入輸送性化合物の濃度が高

い請求項5または6の有機EL素子。

【請求項9】 さらにドーパントがドーパされた混合層である請求項5～8のいずれかの有機EL素子。

【請求項10】 混合層全体で青色発光する請求項5～9のいずれかの有機EL素子。

【請求項11】 電子輸送層側に設けられる陰極の構成材料が、アルカリ金属のハロゲン化物および酸化物から選ばれる少なくとも1種の化合物を含む請求項1～10のいずれかの有機EL素子。

【請求項12】 陰極の構成材料がRbおよびCsのハロゲン化物から選ばれる少なくとも1種の化合物を含む請求項11の有機EL素子。

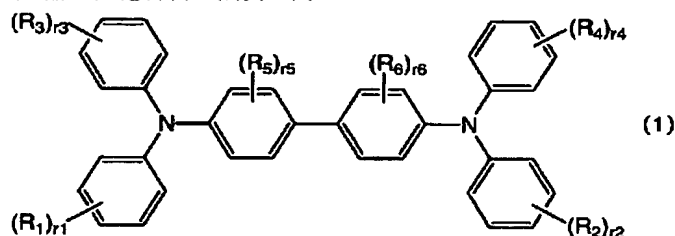
【請求項13】 陰極と、青色発光層を含む1層または2層以上の発光層と、ホール輸送層および／または注入層と、陽極とを有し、前記陰極の構成材料が、アルカリ金属のハロゲン化物および酸化物から選ばれる少なくとも1種の化合物を含む有機EL素子。

【請求項14】 青色発光層が青色発光する化合物としてフェニルアントラセン誘導体を含有する請求項13の有機EL素子。

【請求項15】 ホール輸送および／または注入層が芳香族三級アミンを含有する請求項13または14の有機EL素子。

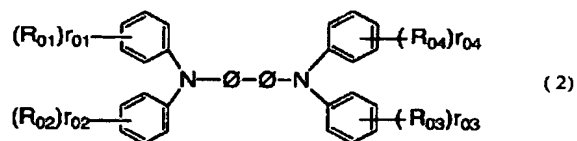
【請求項16】 芳香族三級アミンが式(1)および式(2)で表される化合物から選ばれる請求項15の有機EL素子。

【化1】



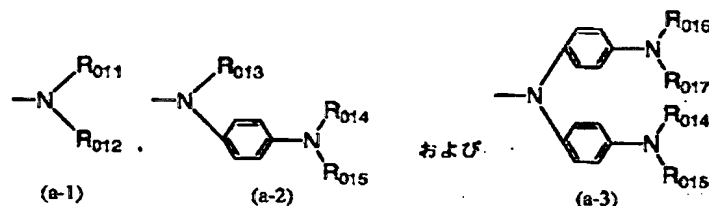
〔式(1)において、 R_1 、 R_2 、 R_3 および R_4 は、それぞれアリール基、アルキル基、アルコキシ基、アリールオキシ基またはハロゲン基を表し、 r_1 、 r_2 、 r_3 および r_4 は、それぞれ0～5の整数であり、 r_1 、 r_2 、 r_3 および r_4 が、それぞれ2以上の整数のとき、隣接する R_1 同士、 R_2 同士、 R_3 同士および R_4 同士は、それぞれ互いに結合して環を形成してもよい。 R_5 および R_6 は、それぞれアルキル基、アルコキシ基、アミノ基またはハロゲン基を表し、 r_5 および r_6 は、それぞれ0～4の整数である。〕

【化2】



〔式(2)において、 ϕ はフェニレン基を表し、 R_{01} 、 R_{02} 、 R_{03} および R_{04} は、それぞれ、アルキル基、アリール基、ジアリールアミノアリール基、

【化3】



(ここで、R₀₁₁、R₀₁₂、R₀₁₃、R₀₁₄、R₀₁₅、R₀₁₆およびR₀₁₇は、それぞれ、アリール基を表す。)

のいずれかを表し、R₀₁～R₀₄の少なくとも一つはジアリールアミノアリール基、または前記(a-1)～(a-3)のいずれかを表す。r₀₁、r₀₂、r₀₃およびr₀₄は、それぞれ0～5の整数であり、

r₀₁+r₀₂+r₀₃+r₀₄は1以上の整数である。r₀₁、r₀₂、r₀₃およびr₀₄が、それぞれ2以上の整数であるとき、隣接するR₀₁同士、R₀₂同士、R₀₃同士およびR₀₄同士は、それぞれ互いに結合して環を形成してもよい。]

【請求項17】 ホール注入層およびホール輸送層を有し、陽極側のホール注入層が式(2)で表される化合物を含有し、発光層側のホール輸送層が式(1)で表される化合物を含有する請求項15または16の有機EL素子。

【請求項18】 青色発光層のほかに、これとは発光波長の異なる少なくとも1層の発光層を有する請求項1～17のいずれかの有機EL素子。

【請求項19】 青色発光層とは発光波長の異なる少なくとも1層の発光層がホール注入輸送性化合物および電子注入輸送性化合物の混合層である請求項18の有機EL素子。

【請求項20】 さらにドーパントがドーパされた混合層である請求項19の有機EL素子。

【請求項21】 2層の発光層を有する請求項18～20のいずれかの有機EL素子。

【請求項22】 3層の発光層を有する請求項18～20のいずれかの有機EL素子。

【請求項23】 白色発光する請求項21または22の有機EL素子。

【請求項24】 カラーフィルターを用い、このカラーフィルターと組み合わせて、発光色を変調させる請求項1～23のいずれかの有機EL素子。

【請求項25】 互いに対向する、少なくとも一方が透明な一对の電極を有し、この一对の電極間に前記発光層を含む有機層が挟持されており、この一对の電極の透明電極側に前記カラーフィルターが設置されている請求項24の有機EL素子。

【請求項26】 それぞれが複数の電極で構成され、互いに交差し、かつ対向する位置に配列された、少なくとも一方が透明な一对のXYマトリックス型電極を有し、交差した前記電極間に前記発光層を含む有機層が挟持さ

れており、この交差部分が画素を形成し、この画素の透明電極側に前記カラーフィルターが設置されている請求項24の有機EL素子。

【請求項27】 前記画素の周辺部であって、前記カラーフィルターの設置部位近傍にブラックマトリックスが設置されている請求項26の有機EL素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、有機EL(電界発光)素子に関する。

【0002】

【従来の技術】有機EL素子は、蛍光性有機化合物を含む薄膜を陰極と陽極とで挟んだ構成を有し、薄膜に電子および正孔を注入して再結合させることにより、励起子(エキシトン)を生成させ、このエキシトンが失活する際の光の放出(蛍光・燐光)を利用して発光する素子である。

【0003】有機EL素子は、10V以下の低電圧で100～100,000cd/m²程度の高輝度の面発光が可能である。また、蛍光物質の種類を選択することにより、青色から赤色までの発光が可能である。

【0004】一方、有機EL素子の問題点は、発光寿命が短く、保存耐久性、信頼性が低いことであり、この原因としては、

(1)有機化合物の物理的变化

(結晶ドメインの成長などにより界面の不均一化が生じ、素子の電荷注入能の劣化・短絡・絶縁破壊の原因となる。特に分子量500以下の低分子化合物を用いると結晶粒の出現・成長が起こり、膜性が著しく低下する。また、陽極に用いられるITO等の界面が荒れていても、顕著な結晶粒の出現・成長が起こり、発光効率の低下や、電流のリークを起こし、発光しなくなる。また、部分的非発光部であるダークスポットの原因にもなる。)

【0005】(2)陰極の酸化・剥離

(電子の注入を容易にするために、陰極には仕事関数の小さな金属としてNa・K・Li・Mg・Ca・Al等が用いられてきたが、これらの金属は大気中の水分や酸素と反応したり、有機層と陰極との剥離が起こり、電荷注入ができなくなる。特に、高分子化合物などを用い、スピンコートなどで成膜した場合、成膜時の残留溶媒・

水分や分解物が電極の酸化反応を促進し、電極の剥離が起こり、部分的な非発光部を生じさせる。)

【0006】(3) 発光効率が低く、発熱量が多いこと(有機化合物中に電流を流すので、高い電界強度下に有機化合物を置かねばならず、発熱からは逃れられない。その熱のため、有機化合物の溶融・結晶化・熱分解などにより、素子の劣化・破壊が起こる。)

【0007】(4) 有機化合物層の光化学的変化・電気化学的変化

(有機物に電流を流すことで有機物が劣化し、電流トラップ・励起子トラップ等の欠陥を生じ、駆動電圧の上昇、輝度の低下等の素子劣化が起こる。)などが挙げられる。

【0008】有機EL素子は、上述のように、多色発光の実現を可能にするものであるが、有機EL素子の多色発光化に対応するものとして、積層型白色発光有機EL素子が提案されている[佐藤佳晴、信学技報、OME-94-78(1995-03)]。この場合の発光層は、亜鉛のオキサゾール錯体を用いた青色発光層、トリス(8-キノリノラト)アルミニウムを用いた緑色発光層およびトリス(8-キノリノラト)アルミニウムに赤色の蛍光色素(P-660、DCM1)をドーパした赤色発光層を積層したものである。

【0009】また、本発明者等は、先に、多色発光を目的とするものとして、上述のような素子では材料選定や発光色の調整の自由度が大きく制限されることなどから、ドーパントの添加により多色発光させる技術を提案している(W098/08360号)。具体的には、トリス(8-キノリノラト)アルミニウムとN,N,N',N'-テトラキス-(3-ビフェニル-1-イル)ベンジジンとの混合層にルブレノやクマリン誘導体のドーパントを添加するものであり、混合層における混合比やドーパント種を変えることで、その発光特性を変化させ、多色発光を可能にするものである。

【0010】しかし、そこに具体的に開示される発光色は赤～緑に対応するものであり、青に対応するものではない。

【0011】そこで、青の発光色を安定して得ることが望まれるが、それに付随する特有の問題があり、発光材料のみならず組み合わせる種々の材料の選定が必要となる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、青色発光光が効率よく得られる信頼性に優れた有機EL素子を提供することであり、さらには青色発光を含めた多色発光への対応が可能で、かつ高輝度で長寿命の有機EL素子を提供することである。さらには、その優れた特性を生かし、さらにカラーフィルターを組み合わせることにより多色発光有機ELディスプレイの作製が可能になる有機EL素子を提供することである。

【0013】

【課題を解決するための手段】このような目的は、下記の本発明によって達成される。

(1) 発光層と、この発光層に隣接するホール輸送層および/または電子輸送層を有し、前記発光層が青色発光層を含む1層または2層以上で構成され、前記青色発光層が前記ホール輸送層および/または電子輸送層中のホール注入輸送性化合物および/または電子注入輸送性化合物をホスト化合物として含有する有機EL素子。

(2) ホスト化合物が青色発光する化合物である上記(1)の有機EL素子。

(3) ホスト化合物がフェニルアントラセン誘導体から選ばれる上記(2)の有機EL素子。

(4) ドーパントを含有し、ドーパントにより青色発光する上記(1)の有機EL素子。

(5) ホール輸送層および電子輸送層を有し、青色発光層が前記ホール輸送層および電子輸送層中のホール注入輸送性化合物および電子注入輸送性化合物の混合層である上記(1)の有機EL素子。

(6) 青色発光層がフェニルアントラセン誘導体および芳香族三級アミンの混合層である上記(5)の有機EL素子。

(7) 混合層でのホール注入輸送性化合物および電子注入輸送性化合物の濃度分布が均一である上記(5)または(6)の有機EL素子。

(8) 混合層でのホール注入輸送性化合物および電子注入輸送性化合物が膜厚方向で濃度分布を有し、ホール輸送層側にてホール注入輸送性化合物の濃度が高く、電子輸送層側にて電子注入輸送性化合物の濃度が高い上記(5)または(6)の有機EL素子。

(9) さらにドーパントがドーパされた混合層である上記(5)～(8)のいずれかの有機EL素子。

(10) 混合層全体で青色発光する上記(5)～(9)のいずれかの有機EL素子。

(11) 電子輸送層側に設けられる陰極の構成材料が、アルカリ金属のハロゲン化合物および酸化物から選ばれる少なくとも1種の化合物を含む上記(1)～(10)のいずれかの有機EL素子。

(12) 陰極の構成材料がRbおよびCsのハロゲン化合物から選ばれる少なくとも1種の化合物を含む上記(11)の有機EL素子。

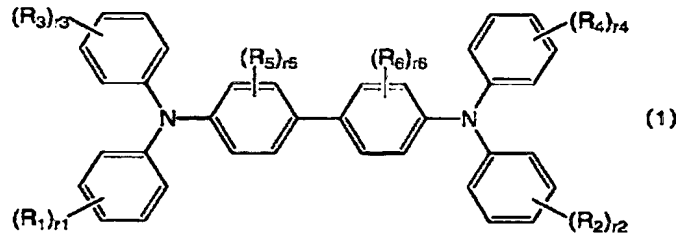
(13) 陰極と、青色発光層を含む1層または2層以上の発光層と、ホール輸送層および/または注入層と、陽極とを有し、前記陰極の構成材料が、アルカリ金属のハロゲン化合物および酸化物から選ばれる少なくとも1種の化合物を含む有機EL素子。

(14) 青色発光層が青色発光する化合物としてフェニルアントラセン誘導体を含有する上記(13)の有機EL素子。

(15) ホール輸送および/または注入層が芳香族三

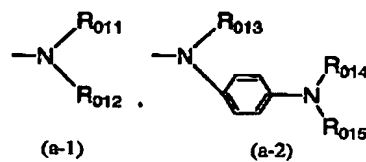
級アミンを含有する上記(13)または(14)の有機EL素子。

(16) 芳香族三級アミンが式(1)および式(2)で表される化合物から選ばれる上記(15)の有機EL



【0015】[式(1)において、 R_1 、 R_2 、 R_3 および R_4 は、それぞれアリール基、アルキル基、アルコキシ基、アリールオキシ基またはハロゲン基を表し、 r_1 、 r_2 、 r_3 および r_4 は、それぞれ0～5の整数であり、 r_1 、 r_2 、 r_3 および r_4 が、それぞれ2以上の整数のとき、隣接する R_1 同士、 R_2 同士、 R_3 同士および R_4 同士は、それぞれ互いに結合して環を形成してもよい。 R_5 および R_6 は、それぞれアルキル基、アルコキシ基、アミノ基またはハロゲン基を表し、 r_5 および r_6 は、それぞれ0～4の整数である。]

【0016】



(ここで、 R_{011} 、 R_{012} 、 R_{013} 、 R_{014} 、 R_{015} 、 R_{016} および R_{017} は、それぞれ、アリール基を表す。)

【0019】のいずれかを表し、 $R_{01} \sim R_{04}$ の少なくとも一つはジアリールアミノアリール基、または前記(a-1)～(a-3)のいずれかを表す。 r_{01} 、 r_{02} 、 r_{03} および r_{04} は、それぞれ0～5の整数であり、 $r_{01} + r_{02} + r_{03} + r_{04}$ は1以上の整数である。 r_{01} 、 r_{02} 、 r_{03} および r_{04} が、それぞれ2以上の整数であるとき、隣接する R_{01} 同士、 R_{02} 同士、 R_{03} 同士および R_{04} 同士は、それぞれ互いに結合して環を形成してもよい。]

(17) ホール注入層およびホール輸送層を有し、陽極側のホール注入層が式(2)で表される化合物を含有し、発光層側のホール輸送層が式(1)で表される化合物を含有する上記(15)または(16)の有機EL素子。

(18) 青色発光層のほかに、これとは発光波長の異なる少なくとも1層の発光層を有する上記(1)～(17)のいずれかの有機EL素子。

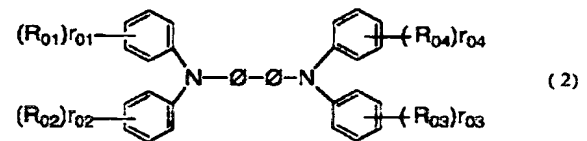
(19) 青色発光層とは発光波長の異なる少なくとも1層の発光層がホール注入輸送性化合物および電子注入輸送性化合物の混合層である上記(18)の有機EL素子。

子。

【0014】

【化4】

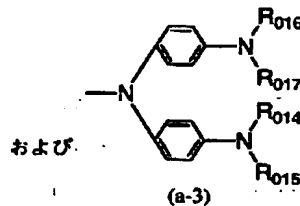
【化5】



【0017】[式(2)において、 ϕ はフェニレン基を表し、 R_{01} 、 R_{02} 、 R_{03} および R_{04} は、それぞれ、アルキル基、アリール基、ジアリールアミノアリール基、

【0018】

【化6】



子。

(20) さらにドーパントがドーパされた混合層である上記(19)の有機EL素子。

(21) 2層の発光層を有する上記(18)～(20)のいずれかの有機EL素子。

(22) 3層の発光層を有する上記(18)～(20)のいずれかの有機EL素子。

(23) 白色発光する上記(21)または(22)の有機EL素子。

(24) カラーフィルターを用い、このカラーフィルターと組み合わせて、発光色を変調させる上記(1)～(23)のいずれかの有機EL素子。

(25) 互いに対向する、少なくとも一方が透明な一対の電極を有し、この一対の電極間に前記発光層を含む有機層が挟持されており、この一対の電極の透明電極側に前記カラーフィルターが設置されている上記(24)の有機EL素子。

(26) それぞれが複数の電極で構成され、互いに交差し、かつ対向する位置に配列された、少なくとも一方

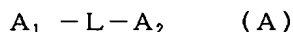
が透明な一対のXYマトリックス型電極を有し、交差した前記電極間に前記発光層を含む有機層が挟持されており、この交差部分が画素を形成し、この画素の透明電極側に前記カラーフィルターが設置されている上記(24)の有機EL素子。

(27) 前記画素の周辺部であって、前記カラーフィルターの設置部位近傍にブラックマトリックスが設置されている上記(26)の有機EL素子。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明を詳細に説明する。本発明の有機EL素子は、発光層に隣接するホール輸送層および/または電子輸送層中のホール注入輸送性化合物および/または電子注入輸送性化合物をホスト材料とする青色発光層を有するものであるか、あるいはまた青色発光層を有し、かつ陰極材料としてアルカリ金属の塩化物および酸化物から選ばれる化合物を用いたものである。好ましくは、これらの構成を併せもつものであり、青色発光層は、前記のホール注入輸送性化合物と電子注入輸送性化合物との混合層であることが好ましい。さらに詳述する。

【0021】＜青色発光層＞本発明の有機EL素子は青色発光層を有する。この場合の青色発光する化合物としてはフェニルアントラセン誘導体が好ましく用いられる。これらについては特開平8-12600号公報に記載されている。なかでも、フェニルアントラセン誘導体としては式(A)で表される化合物が好ましい。



【0022】式(A)において、 A_1 および A_2 は、各々モノ(オルト置換フェニル)アントリル基またはジ(オルト置換フェニル)アントリル基を表し、これらは同一でも異なるものであってもよい。Lは単結合または二価の連結基を表す。

【0023】 A_1 、 A_2 で表されるモノ(オルト置換フェニル)フェニルアントリル基またはジ(オルト置換フェニル)フェニルアントリル基は、フェニル基の2位または6位(アントラセン環への結合位置に対してオルト位)に、アリール基、複素芳香環基もしくはアリールエテニル基を有するものである。また、オルト位以外に置換基を有するものであってもよく、置換基を有する場合の置換基としては、アルキル基、アリール基、アリールエテニル基、アルコキシ基、アミノ基等が挙げられ、これらの置換基はさらに置換されていてもよい。これらの置換基については後述する。

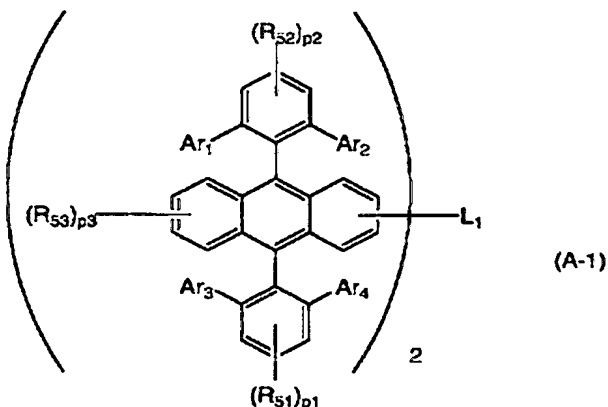
【0024】また、アントラセン環におけるフェニル基の結合位置はアントラセン環の9位、10位であることが好ましい。

【0025】式(A)において、Lは単結合または二価の基を表すが、Lで表される二価の基としてはアルキレン基等が介在してもよいアリーレン基が好ましい。このようなアリーレン基については後述する。

【0026】式(A)で示されるフェニルアントラセン誘導体のなかでも、式(A-1)、式(A-2)で示されるものが好ましい。

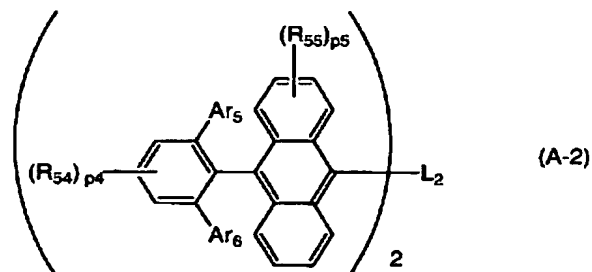
【0027】

【化7】



【0028】

【化8】



【0029】式(A-1)において、 $Ar_1 \sim Ar_4$ は、各々水素原子、アリール基、複素芳香環基またはアリールエテニル基を表し、 Ar_1 および Ar_2 の少なくとも一方、ならびに Ar_3 および Ar_4 の少なくとも一方は、各々アリール基、複素芳香環基またはアリールエテニル基である。 R_{51} および R_{52} は、各々アルキル基、アリール基、アリールエテニル基、アルコキシ基、またはアミノ基を表し、これらは同一でも異なるものであってもよい。 p_1 および p_2 は、各々、0～3の整数を表し、 p_1 および p_2 が、各々、2以上の整数であるとき、 R_{51} 同士および R_{52} 同士は各々同一でも異なるものであってもよい。 R_{53} は、アルキル基またはアリール基を表し、 p_3 は、各々、0～3の整数を表す。 p_3 が、2以上の整数であるとき、 R_{53} は各々同一でも異なるものであってもよい。 L_1 は単結合またはアリーレン基を表し、アリーレン基はアルキレン基、 $-O-$ 、 $-S-$ または $-NR-$ (ここで、Rはアルキル基またはアリール基を表す。) が介在するものであってもよい。

【0030】式(A-2)において、 Ar_5 および Ar_6 は、各々水素原子、アリール基、複素芳香環基またはアリールエテニル基を表し、 Ar_5 および Ar_6 の少なくとも一方はアリール基、複素芳香環基またはアリールエテニル基である。 R_{54} は、各々アルキル基、アリール

基、アリールエテニル基、アルコキシ基、またはアミノ基を表し、これらは同一でも異なるものであってもよい。p 4は、各々、0～3の整数を表し、p 4が、各々、2以上の整数であるとき、R₅₄同士は各々同一でも異なるものであってもよい。R₅₅は、アルキル基またはアリール基を表し、p 5は、各々、0～4の整数を表す。p 5が、2以上の整数であるとき、R₅₅は各々同一でも異なるものであってもよい。L₂は単結合またはアリーレン基を表し、アリーレン基はアルキレン基、-O-、-S-または-NR-（ここで、Rはアルキル基またはアリール基を表す。）が介在するものであってもよい。L₂は単結合またはアリーレン基を表し、アリーレン基はアルキレン基、-O-、-S-または-NR-（ここで、Rはアルキル基またはアリール基を表す。）が介在するものであってもよい。

【0031】Ar₁～Ar₄ およびR₅₁～R₅₃で表されるアリール基としては、炭素数6～20のものが好ましく、さらにはフェニル基、トリル基等の置換基を有するものであってもよい。具体的には、フェニル基、(o-, m-, p-)トリル基、ピレニル基、ナフチル基、アントリル基、ビフェニル基、フェニルアントリル基、トリルアントリル基等が挙げられる。

【0032】Ar₁～Ar₄で表される複素芳香環基としては、フリル基、ベンゾフリル基、チエニル基、ピチエニル基、ベンゾチエニル基、ピロリル基、N-アリルピロリル基、インドリル基、ピリジル基、ビピリジル基、キノリル基、キノキサリル基、オキサゾール基、ベンゾオキサゾール基、オキサジアゾール基、チアゾール基、ベンゾチアゾール基、チアジアゾール基、イミダゾール基等が好ましく、さらには、炭素数4～2以下のアリール基、炭素数1～2以下のアルキル基、アルコキシ基、アリーロキシ基、アミノ基、シアノ基、ニトロ基等の置換基を有するものであってもよい。具体的には、置換基として、フェニル基、(o-, m-, p-)ビフェニル基、(1, 2)ナフチル基、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、メトキシ基、エトキシ基、フェノキシ基、(o-, m-, p-)トリル基等が挙げられる。

【0033】Ar₁～Ar₄、R₅₁およびR₅₂で表されるアリールエテニル基としては、2-フェニルエテニル基、2, 2-ジフェニルエテニル基等が好ましく、さらにはアリール基、アルキル基、アルコキシ基、アリーロキシ基、アミノ基、シアノ基、ニトロ基等の置換基を有するものであってもよい。具体的には、置換基として、フェニル基、(o-, m-, p-)ビフェニル基、(1, 2)ナフチル基、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、メトキシ基、エトキシ基、フェノキシ基、(o-, m-, p-)トリル基等が挙げられる。

【0034】R₅₁～R₅₃で表されるアルキル基としては、直鎖状でも分岐を有するものであってもよく、炭素数1～10、さらには1～4の置換もしくは無置換のア

ルキル基が好ましい。特に、炭素数1～4の無置換のアルキル基が好ましく、具体的にはメチル基、エチル基、(n-, i-)プロピル基、(n-, i-, s-, t-)ブチル基等が挙げられる。

【0035】R₅₁およびR₅₂で表されるアルコキシ基としては、アルキル基部分の炭素数が1～6のものが好ましく、具体的にはメトキシ基、エトキシ基等が挙げられる。アルコキシ基は、さらに置換されていてもよい。

【0036】R₅₁およびR₅₂で表されるアミノ基は、無置換でも置換基を有するものであってもよいが、置換基を有することが好ましく、この場合の置換基としてはアルキル基（メチル基、エチル基等）、アリール基（フェニル基等）などが挙げられる。具体的にはジエチルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ジ(m-トリル)アミノ基等が挙げられる。

【0037】式(A-1)において、p 1およびp 2は、各々、0または1～3の整数を表し、特に、0～2であることが好ましい。p 1およびp 2が、各々、1～3の整数、特に1または2であるとき、R₅₁およびR₅₂は、各々、メチル基、フェニル基であることが好ましい。

【0038】式(A-1)において、p 3は、各々、0～3の整数を表し、特に、0～2であることが好ましい。p 3が、各々、1～3の整数、特に1または2であるとき、R₅₃は、各々、メチル基、フェニル基であることが好ましい。

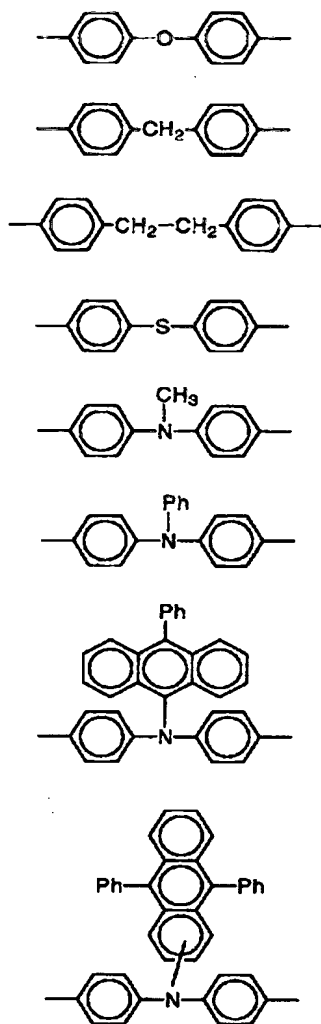
【0039】式(A-1)において、R₅₁～R₅₃は同一でも異なるものであってもよく、R₅₁、R₅₂とR₅₃とが各々複数存在するとき、R₅₁同士、R₅₂同士、R₅₃同士は各々同一でも異なるものであってもよい。

【0040】式(A-1)において、L₁は単結合またはアリーレン基を表す。L₁で表されるアリーレン基としては、無置換であることが好ましく、具体的にはフェニレン基、ビフェニレン基、アントリレン基等の通常のアリーレン基の他、2個ないしそれ以上のアリーレン基が直接連結したものが挙げられる。L₁としては、単結合、p-フェニレン基、4, 4'-ビフェニレン基等が好ましい。

【0041】また、L₁で表されるアリーレン基は、2個ないしそれ以上のアリーレン基がアルキレン基、-O-、-S-または-NR-が介在して連結するものであってもよい。ここで、Rはアルキル基またはアリール基を表す。アルキル基としてはメチル基、エチル基等が挙げられ、アリール基としてはフェニル基等が挙げられる。なかでも、アリール基が好ましく、上記のフェニル基のほか、A₁、A₂であってもよく、さらにはフェニル基にA₁またはA₂が置換したものであってもよい。また、アルキレン基としてはメチレン基、エチレン基等が好ましい。このようなアリーレン基の具体例を以下に示す。

【0042】

【化9】



【0043】次に、式(A-2)について説明すると、式(A-2)において、 R_{54} は式(A-1)における R_{51} または R_{52} と、また R_{55} は式(A-1)における R_{53} と、 $p4$ は式(A-1)における $p1$ または $p2$ と、さらに L_2 は式(A-1)における L_1 とそれぞれ同義であり、好ましいものも同様である。

【0044】また、式(A-2)において、 $p5$ は、各々、0~4の整数を表し、特に、0~2であることが好ましい。 $p5$ が、各々、1~3の整数、特に1または2であるとき、 R_{55} は、各々、メチル基、フェニル基であ

ることが好ましい。

【0045】式(A-2)において、 R_{54} と R_{55} とは同一でも異なるものであってもよく、 R_{54} と R_{55} が各々複数存在するとき、 R_{54} 同士、 R_{55} 同士は、各々同一でも異なるものであってもよい。

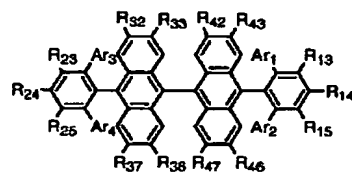
【0046】式(A-1)において、 Ar_1 および Ar_2 の少なくとも一方、 Ar_3 および Ar_4 の少なくとも一方がフェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、スチリル基、フェニルスチリル基、ジフェニルスチリル基、チエニル基、メチルチエニル基、フェニルチエニル基またはフェニルビチエニル基であることが好ましい。さらには Ar_1 および Ar_2 の少なくとも一方、 Ar_3 および Ar_4 の少なくとも一方がフェニル基、ビフェニル基またはターフェニル基であり、 L_1 は単結合であることが好ましい。

【0047】式(A-2)において、 Ar_5 および Ar_6 の少なくとも一方がフェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、スチリル基、フェニルスチリル基、ジフェニルスチリル基、チエニル基、メチルチエニル基、フェニルチエニル基またはフェニルビチエニル基であることが好ましい。さらには Ar_5 および Ar_6 の少なくとも一方がフェニル基、ビフェニル基またはターフェニル基であり、 L_2 は単結合であることが好ましい。

【0048】式(A-1)、式(A-2)で表される化合物を以下に例示するが、本発明はこれらに限定されるものではない。ここでは式と基の組合せで示しており、 R_{32-37} 等でまとめて示すときは置換基のみを示すものとし、すべて水素原子のときは-Hで示している。また略号は適時示すものとする(なお、Tolyはトリル基である)。



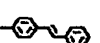

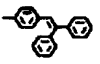
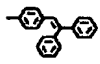
【0049】

【化10】









【0050】

【化11】

No.	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	R ₁₃	R ₁₄	R ₁₅	R ₂₃	R ₂₄	R ₂₅	R _{32,57}	R _{42,47}
1-1	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-2	-Ph	-H	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H
1-3	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H
1-4	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H
1-5	-Ph	-H	-Ph	-H	-Me	-H	-H	-Me	-H	-H	-H	-H
1-6	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-Me	-H	-H	-Me	-H	-H	-H
1-7	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-H	-Me	-H	-H	-Me	-H	-H
1-8	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-OPh	-H	-H	-OPh	-H	-H	-H
1-9	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-OMe	-H	-H	-OMe	-H	-H	-H
1-10	-Ph	-H	-Ph	-H	-H		-H	-H		-H	-H	-H
1-11	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-p-Bph	-H	-H	-p-Bph	-H	-H	-H
1-12	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-m-Bph	-H	-H	-m-Bph	-H	-H	-H
1-13	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-o-Bph	-H	-H	-o-Bph	-H	-H	-H
1-14	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-NPh ₂	-H	-H	-NPh ₂	-H	-H	-H
1-15	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-N(Toly) ₂	-H	-H	-N(Toly) ₂	-H	-H	-H
1-16	-Ph	-H	-Ph	-H	-H		-H	-H		-H	-H	-H
1-17	-Ph	-H	-Ph	-H	-H		-H	-H		-H	-H	-H





【0051】

【化12】

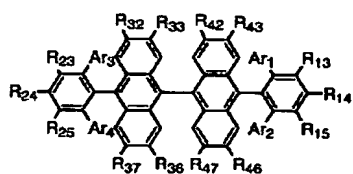
No.	Ar ₁	Ar ₂	Ar ₃	Ar ₄	R ₁₃	R ₁₄	R ₁₅	R ₂₀	R ₂₄	R ₂₅	R ₃₂₋₃₇	R ₄₂₋₄₇
1-18	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-19	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H
1-20	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H
1-21	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H
1-22	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-Me	-H	-H	-Me	-H	-H	-H	-H
1-23	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-H	-Me	-H	-H	-Me	-H	-H	-H
1-24	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-H	-H	-Me	-H	-H	-Me	-H	-H
1-25	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-H	-OPh	-H	-H	-OPh	-H	-H	-H
1-26	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-H	-OMe	-H	-H	-OMe	-H	-H	-H
1-27	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-H	 Me	-H	 Me	-H	-H	-H	-H
1-28	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-H	-p-Bph	-H	-H	-p-Bph	-H	-H	-H
1-29	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-H	-m-Bph	-H	-H	-m-Bph	-H	-H	-H
1-30	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-H	-o-Bph	-H	-H	-o-Bph	-H	-H	-H
1-31	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-H	-NPh ₂	-H	-H	-NPh ₂	-H	-H	-H
1-32	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-H	-N(Tolyl) ₂	-H	-H	-N(Tolyl) ₂	-H	-H	-H
1-33	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-H		-H	-H		-H	-H	-H
1-34	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-H		-H	-H		-H	-H	-H

【0052】

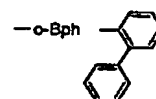
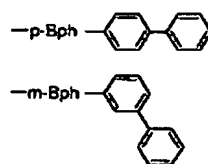
【化13】

No.	Ar ₁	Ar ₂	Ar ₃	Ar ₄	R ₁₃	R ₁₄	R ₁₅	R ₂₃	R ₂₄	R ₂₅	R _{32,37}	R _{42,47}
1-35	-p-Bph	-H	-p-Bph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-36	-p-Bph	-H	-p-Bph	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H
1-37	-p-Bph	-H	-p-Bph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H
1-38	-p-Bph	-H	-p-Bph	-H	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H
1-39	-m-Bph	-H	-m-Bph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-40	-m-Bph	-H	-m-Bph	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H
1-41	-m-Bph	-H	-m-Bph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H
1-42	-m-Bph	-H	-m-Bph	-H	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H
1-43	-o-Bph	-H	-o-Bph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-44	-o-Bph	-H	-o-Bph	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H
1-45	-o-Bph	-H	-o-Bph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H
1-46	-o-Bph	-H	-o-Bph	-H	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H
1-47	-p-Bph	-H	-p-Bph	-H	-H	-o-Bph	-H	-H	-o-Bph	-H	-H	-H
1-48	-p-Bph	-H	-p-Bph	-H	-H	-NPh ₂	-H	-H	-NPh ₂	-H	-H	-H
1-49	-p-Bph	-H	-p-Bph	-H	-H	-N(Toly) ₂	-H	-H	-N(Toly) ₂	-H	-H	-H
1-50	-p-Bph	-H	-p-Bph	-H	-H		-H	-H		-H	-H	-H
1-51	-p-Bph	-H	-p-Bph	-H	-H		-H	-H		-H	-H	-H

【0053】







【化14】

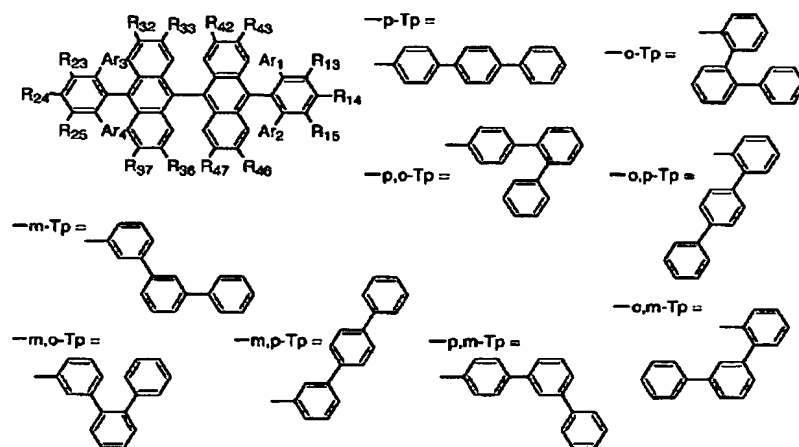


【0054】

【化15】

No.	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	R ₁₃	R ₄	R ₅	R ₂₃	R ₂₄	R ₂₅	R ₃₃	R ₃₇	R ₄₂₋₄₇
1-52	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-53	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H	-H
1-54	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H
1-55	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H	-Ph	-H	-H
1-56	-m-Bph	-m-Bph	-m-Bph	-m-Bph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-57	-m-Bph	-m-Bph	-m-Bph	-m-Bph	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H	-H
1-58	-m-Bph	-m-Bph	-m-Bph	-m-Bph	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H
1-59	-m-Bph	-m-Bph	-m-Bph	-m-Bph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H	-Ph	-H	-H
1-60	-o-Bph	-o-Bph	-o-Bph	-o-Bph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-61	-o-Bph	-o-Bph	-o-Bph	-o-Bph	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H	-H
1-62	-o-Bph	-o-Bph	-o-Bph	-o-Bph	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H
1-63	-o-Bph	-o-Bph	-o-Bph	-o-Bph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H	-Ph	-H	-H
1-64	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-H	-o-Bph	-H	-H	-o-Bph	-H	-H	-H	-H
1-65	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-H	-NPh ₂	-H	-H	-NPh ₂	-H	-H	-H	-H
1-66	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-H	-N(Tolyl) ₂	-H	-H	-N(Tolyl) ₂	-H	-H	-H	-H
1-67	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-H		-H	-H		-H	-H	-H	-H
1-68	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-H		-H	-H		-H	-H	-H	-H

【化16】



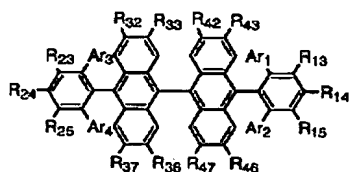
【化 1 7】

【0055】

【0056】

No.	Ar ₁	Ar ₂	Ar ₃	Ar ₄	R ₁₃	R ₁₄	R ₁₅	R ₂₃	R ₂₄	R ₂₅	R ₃₂₋₃₇	R ₄₂₋₄₇
1-69	-p-Tp	-p-Tp	-p-Tp	-p-Tp	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-70	-p-Tp	-H	-p-Tp	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-71	-p-Tp	-H	-p-Tp	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H
1-72	-p-Tp	-H	-p-Tp	-H	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H
1-73	-p-Tp	-H	-p-Tp	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H
1-74	-p-Tp	-CH ₃	-p-Tp	-CH ₃	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-75	-m-Tp	-m-Tp	-m-Tp	-p-Tp	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-76	-m-Tp	-H	-m-Tp	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-77	-o-Tp	-o-Tp	-o-Tp	-o-Tp	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-78	-o-Tp	-H	-o-Tp	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-79	-p,o-Tp	-H	-p,o-Tp	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-80	-o,p-Tp	-H	-o,p-Tp	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-81	-p,m-Tp	-H	-p,m-Tp	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-82	-m,p-Tp	-H	-m,p-Tp	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-83	-m,o-Tp	-H	-m,o-Tp	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-84	-o,m-Tp	-H	-o,m-Tp	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H

【0057】
【化18】

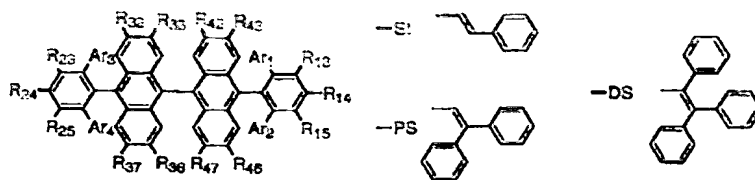


【0058】
【化19】

No.	Ar ₁	Ar ₂	Ar ₃	Ar ₄	R ₁₃	R ₁₄	R ₁₅	R ₂₃	R ₂₄	R ₂₅	R ₃₂₋₃₇	R ₄₂₋₄₇
1-85	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	R ₃₂ =Ph	R ₄₃ =Ph
1-86	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	R ₃₂ =Ph R ₃₇ =Ph	R ₄₃ =Ph R ₄₅ =Ph
1-87	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	R ₃₂ =Ph R ₃₆ =Ph	R ₄₃ =Ph R ₄₇ =Ph
1-88	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	R ₃₂ =Ph	R ₄₃ =Ph
1-89	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	R ₃₂ =Ph R ₃₇ =Ph	R ₄₃ =Ph R ₄₆ =Ph
1-90	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	R ₃₂ =Ph R ₃₆ =Ph	R ₄₃ =Ph R ₄₇ =Ph
1-91	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	R ₃₂ =Me	R ₄₃ =Me
1-92	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	R ₃₂ =Me R ₃₇ =Me	R ₄₃ =Me R ₄₆ =Me
1-93	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	R ₃₂ =Me R ₃₆ =Me	R ₄₃ =Me R ₄₇ =Me
1-94	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	R ₃₂ =Me	R ₄₃ =Me
1-95	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	R ₃₂ =Me R ₃₇ =Me	R ₄₃ =Me R ₄₆ =Me
1-96	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	R ₃₂ =Me R ₃₆ =Me	R ₄₃ =Me R ₄₇ =Me

【0059】

【化20】



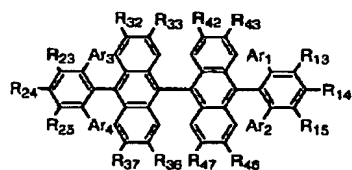
【0060】

【化21】

No.	Ar ₁	Ar ₂	Ar ₃	Ar ₄	R ₁₃	R ₁₄	R ₁₅	R ₂₃	R ₂₄	R ₂₅	R ₃₂₋₃₇	R ₄₂₋₄₇
1-97	-St	-H	-St	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-98	-St	-H	-St	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H
1-99	-St	-H	-St	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-Ph	-H	-H
1-100	-St	-H	-St	-H	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H	-H
1-101	-St	-St	-St	-St	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-102	-St	-St	-St	-St	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H
1-103	-St	-St	-St	-St	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H
1-104	-St	-St	-St	-St	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H
1-105	-St	-H	-St	-H	-H	-St	-H	-H	-H	-St	-H	-H
1-106	-St	-St	-St	-St	-H	-St	-H	-H	-St	-H	-H	-H
1-107	-PS	-H	-PS	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-108	-PS	-PS	-PS	-PS	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-109	-PS	-H	-PS	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H
1-110	-DS	-H	-DS	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-111	-DS	-DS	-DS	-DS	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-112	-DS	-H	-DS	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H

【0061】

【化22】



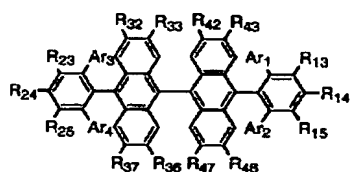
【0062】

【化23】

No.	Ar ₁	Ar ₂	Ar ₃	Ar ₄	R ₁₃	R ₁₄	R ₁₅	R ₂₃	R ₂₄	R ₂₅	R ₃₂₋₃₇	R ₄₂₋₄₇
1-113		-H		-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-114		-Ph		-Ph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-115		-CH ₃		-CH ₃	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-116		-p-Bph		-p-Bph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-117		-p-Bph		-p-Bph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-118		-H		-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-119		-H		-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H
1-120					-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H

【0063】

【化24】



【0064】

【化25】

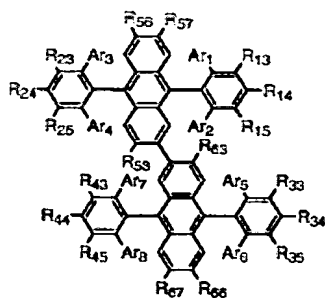
No.	Ar ₁	Ar ₂	Ar ₃	Ar ₄	R ₁₃	R ₁₄	R ₁₅	R ₂₃	R ₂₄	R ₂₅	R ₃₂₋₃₇	R ₄₂₋₄₇
1-121		-H		-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-122		-Ph		-Ph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-123		-CH ₃		-CH ₃	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-124		-p-Bph		-p-Bph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-125		-p-Bph		-p-Bph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-126		-H		-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
1-127		-H		-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H
1-128					-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H

【0065】

【化26】

【0066】

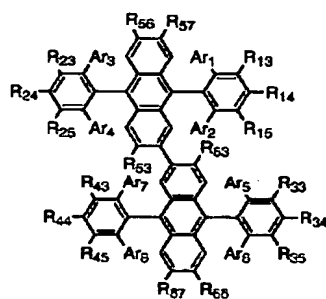
【化27】

上記式中のAr₁~Ar₈ (次頁に続く)

No.	Ar ₁	Ar ₂	Ar ₃	Ar ₄	Ar ₅	Ar ₆	Ar ₇	Ar ₈
2-1	-Ph	-H	-Ph	-H	-Ph	-H	-Ph	-H
2-2	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph
2-3	-Ph	-H	-Ph	-H	-Ph	-H	-Ph	-H
2-4	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph
2-5	-Ph	-H	-Ph	-H	-Ph	-H	-Ph	-H
2-6	-Ph	-H	-Ph	-H	-Ph	-H	-Ph	-H
2-7	-Ph	-H	-Ph	-H	-Ph	-H	-Ph	-H
2-8	-Ph	-CH ₃	-Ph	-CH ₃	-Ph	-CH ₃	-Ph	-CH ₃
2-9	-Ph	-H	-Ph	-H	-Ph	-H	-Ph	-H
2-10	-Ph	-H	-Ph	-H	-Ph	-H	-Ph	-H
2-11	-p-Bph	-H	-p-Bph	-H	-p-Bph	-H	-p-Bph	-H
2-12	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph
2-13	-p-Bph	-H	-p-Bph	-H	-p-Bph	-H	-p-Bph	-H
2-14	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph	-p-Bph
2-15	-p-Bph	-H	-p-Bph	-H	-p-Bph	-H	-p-Bph	-H
2-16	-p-Bph	-H	-p-Bph	-H	-p-Bph	-H	-p-Bph	-H
2-17	-m-Bph	-H	-m-Bph	-H	-m-Bph	-H	-m-Bph	-H
2-18	-m-Bph	-m-Bph	-m-Bph	-m-Bph	-m-Bph	-m-Bph	-m-Bph	-m-Bph
2-19	-o-Bph	-H	-o-Bph	-H	-o-Bph	-H	-o-Bph	-H
2-20	-o-Bph	-o-Bph	-o-Bph	-o-Bph	-o-Bph	-o-Bph	-o-Bph	-o-Bph

【0067】

【化28】



【0068】

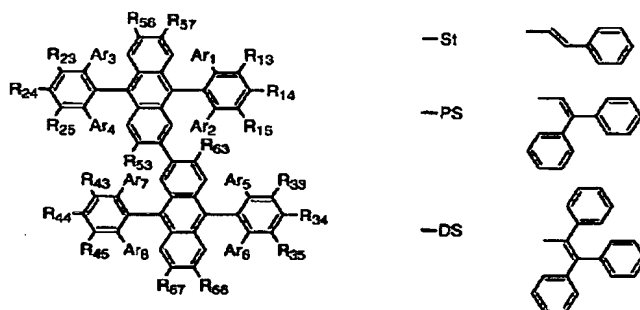
【化29】

式(1)中のR₁₃~R₁₅等 (前頁の続き)

No.	R ₁₃	R ₁₄	R ₁₅	R ₂₃	R ₂₄	R ₂₅	R ₃₃	R ₃₄	R ₃₅	R ₄₃	R ₄₄	R ₄₅	R ₅₆₋₅₇	R ₆₆₋₆₇
2-1	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
2-2	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
2-3	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H
2-4	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H
2-5	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H
2-6	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H
2-7	-H	-CH ₃	-H	-H	-CH ₃	-H	-H	-CH ₃	-H	-H	-CH ₃	-H	-H	-H
2-8	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
2-9	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	R ₅₆ =Ph	R ₆₆ =Ph
2-10	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	R ₅₆ =Ph R ₅₇ =Ph	R ₆₆ =Ph R ₆₇ =Ph
2-11	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
2-12	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
2-13	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H
2-14	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H
2-15	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H
2-16	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H
2-17	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
2-18	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
2-19	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
2-20	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H

【0069】

【化30】

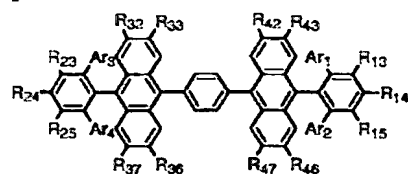


【0070】

【化31】

No.	Ar ₁	Ar ₂	Ar ₃	Ar ₄	Ar ₅	Ar ₆	Ar ₇	Ar ₈	R ₁₃	R ₁₄	R ₁₅	R ₂₃	R ₂₄	R ₂₅	R ₃₃	R ₃₄	R ₃₅	R ₄₃	R ₄₄	R ₄₅	R ₅₆₋₅₇	R ₆₆₋₆₇
2-21	-St	-H	-St	-H	-St	-H	-St	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
2-22	-St	-St	-St	-St	-St	-St	-St	-St	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
2-23	-St	-H	-St	-H	-St	-H	-St	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H
2-24	-St	-St	-St	-St	-St	-St	-St	-St	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H
2-25	-PS	-H	-PS	-H	-PS	-H	-PS	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
2-26	-PS	-PS	-PS	-H	-PS	-PS	-PS	-PS	-Ph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
2-27	-DS	-H	-DS	-H	-DS	-H	-DS	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
2-28	-DS	-DS	-DS	-DS	-DS	-DS	-DS	-DS	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
2-29	-St	-St	-St	-St	-St	-St	-St	-St	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	R ₅₆ =Ph	R ₆₆ =Ph
2-30	-St	-H	-St	-H	-St	-H	-St	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	R ₅₆ =Ph R ₅₇ =Ph	R ₆₆ =Ph R ₆₇ =Ph

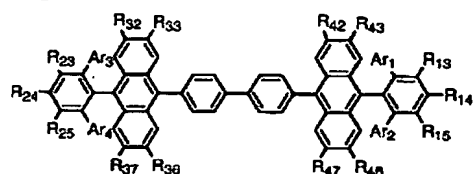
【0071】
【化32】









【0072】
【化33】

No.	Ar ₁	Ar ₂	Ar ₃	Ar ₄	R ₁₃	R ₁₄	R ₁₅	R ₂₃	R ₂₄	R ₂₅	R ₃₂₋₃₇	R ₄₂₋₄₇
3-1	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
3-2	-Ph	-H	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H
3-3	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H
3-4	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H
3-5	-Ph	-H	-Ph	-H	-Me	-H	-H	-Me	-H	-H	-H	-H
3-6	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-Me	-H	-H	-Me	-H	-H	-H
3-7	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-H	-Me	-H	-H	-Me	-H	-H
3-8	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-OPh	-H	-H	-OPh	-H	-H	-H
3-9	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-OMe	-H	-H	-OMe	-H	-H	-H
3-10	-Ph	-H	-Ph	-H	-H		-H		-H	-H	-H	-H
3-11	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-p-Bph	-H	-H	-p-Bph	-H	-H	-H
3-12	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-m-Bph	-H	-H	-m-Bph	-H	-H	-H
3-13	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-o-Bph	-H	-H	-o-Bph	-H	-H	-H
3-14	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-NPh ₂	-H	-H	-NPh ₂	-H	-H	-H
3-15	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-N(Tolyl) ₂	-H	-H	-N(Tolyl) ₂	-H	-H	-H
3-16	-Ph	-H	-Ph	-H	-H		-H	-H		-H	-H	-H
3-17	-Ph	-H	-Ph	-H	-H		-H	-H		-H	-H	-H

【0073】
【化34】

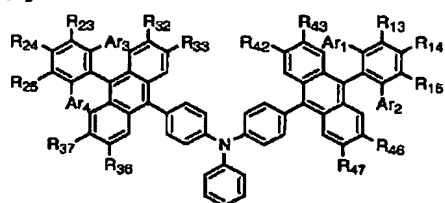


【0074】
【化35】

No.	Ar ₁	Ar ₂	Ar ₃	Ar ₄	R ₁₃	R ₁₄	R ₁₅	R ₂₃	R ₂₄	R ₂₅	R ₃₂₋₃₇	R ₄₂₋₄₇
4-1	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
4-2	-Ph	-H	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H
4-3	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H
4-4	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H
4-5	-Ph	-H	-Ph	-H	-Me	-H	-H	-Me	-H	-H	-H	-H
4-6	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-Me	-H	-H	-Me	-H	-H	-H
4-7	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-H	-Me	-H	-H	-Me	-H	-H
4-8	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-OPh	-H	-H	-OPh	-H	-H	-H
4-9	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-OMe	-H	-H	-OMe	-H	-H	-H
4-10	-Ph	-H	-Ph	-H	-H		-H	-H		-H	-H	-H
4-11	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-p-Bph	-H	-H	-p-Bph	-H	-H	-H
4-12	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-m-Bph	-H	-H	-m-Bph	-H	-H	-H
4-13	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-o-Bph	-H	-H	-o-Bph	-H	-H	-H
4-14	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-NPh ₂	-H	-H	-NPh ₂	-H	-H	-H
4-15	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-N(Tol) ₂	-H	-H	-N(Tol) ₂	-H	-H	-H
4-16	-Ph	-H	-Ph	-H	-H		-H	-H		-H	-H	-H
4-17	-Ph	-H	-Ph	-H	-H		-H	-H		-H	-H	-H







【0075】

【化36】



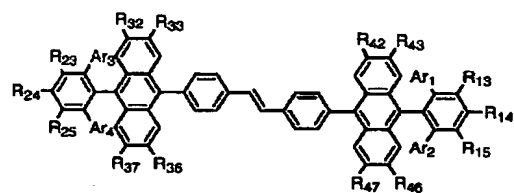
【0076】

【化37】

No.	Ar ₁	Ar ₂	Ar ₃	Ar ₄	R ₁₀	R ₁₁	R ₁₅	R ₂₀	R ₂₄	R ₂₅	R ₃₂₋₃₇	R ₄₂₋₄₇
5-1	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
5-2	-Ph	-H	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H
5-3	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H
5-4	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H
5-5	-Ph	-H	-Ph	-H	-Me	-H	-H	-Me	-H	-H	-H	-H
5-6	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-Me	-H	-H	-Me	-H	-H	-H
5-7	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-H	-Me	-H	-H	-Me	-H	-H
5-8	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-OPh	-H	-H	-OPh	-H	-H	-H
5-9	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-OMe	-H	-H	-OMe	-H	-H	-H
5-10	-Ph	-H	-Ph	-H	-H		-H	-H		-H	-H	-H
5-11	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-p-Bph	-H	-H	-p-Bph	-H	-H	-H
5-12	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-m-Bph	-H	-H	-m-Bph	-H	-H	-H
5-13	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-o-Bph	-H	-H	-o-Bph	-H	-H	-H
5-14	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-NPh ₂	-H	-H	-NPh ₂	-H	-H	-H
5-15	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-N(Tolyl) ₂	-H	-H	-N(Tolyl) ₂	-H	-H	-H
5-16	-Ph	-H	-Ph	-H	-H		-H	-H		-H	-H	-H
5-17	-Ph	-H	-Ph	-H	-H		-H	-H		-H	-H	-H







【0077】

【化38】



【0078】

【化39】

No.	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	R ₁₂	R ₁₄	R ₁₅	R ₂₃	R ₂₄	R ₂₅	R ₃₂₋₃₇	R ₄₂₋₄₇
6-1	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H	-H
6-2	-Ph	-H	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H
6-3	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H
6-4	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-H	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H
6-5	-Ph	-H	-Ph	-H	-Me	-H	-H	-Me	-H	-H	-H	-H
6-6	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-Me	-H	-H	-Me	-H	-H	-H
6-7	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-H	-Me	-H	-H	-Me	-H	-H
6-8	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-OPh	-H	-H	-OPh	-H	-H	-H
6-9	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-OMe	-H	-H	-OMe	-H	-H	-H
6-10	-Ph	-H	-Ph	-H	-H		-H	-H		-H	-H	-H
6-11	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-p-Bph	-H	-H	-p-Bph	-H	-H	-H
6-12	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-m-Bph	-H	-H	-m-Bph	-H	-H	-H
6-13	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-o-Bph	-H	-H	-o-Bph	-H	-H	-H
6-14	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-NPh ₂	-H	-H	-NPh ₂	-H	-H	-H
6-15	-Ph	-H	-Ph	-H	-H	-N(Tolyl) ₂	-H	-H	-N(Tolyl) ₂	-H	-H	-H
6-16	-Ph	-H	-Ph	-H	-H		-H	-H		-H	-H	-H
6-17	-Ph	-H	-Ph	-H	-H		-H	-H		-H	-H	-H

【0079】本発明のフェニルアントラセン誘導体の合成法については、特開平8-12600号公報等を参照することができる。

【0080】これらの化合物は1種のみを用いても2種以上を併用してもよい。

【0081】フェニルアントラセン誘導体を青色発光化合物として用い、青色発光層とする場合の膜厚としては1～500nmが好ましく、より好ましくは10～200nmである。

【0082】このような発光層には青色発光を保持することが可能な形でドーパントをドーブしてもよい。このようなドーパントとしてはW098/08360号や特開平8-239655号に開示のスチリル系アミン化合物等が挙げられる。スチリル系アミン化合物については後述する。ドーパントの使用量は発光層中において0.1～20質量%であることが好ましい。ドーパントの使用により発光効率や素子の安定性が向上する。

【0083】また、青色発光層は発光層に隣接して設けられる電子輸送層、ホール輸送層に用いられる電子注入輸送性化合物あるいはホール注入輸送性化合物をホスト材料として含有するものであってもよい。具体的には電子輸送層に用いたフェニルアントラセン誘導体をホスト材料として用いることなどが挙げられる。フェニルアントラセン誘導体は青色発光特性を有するものであるの

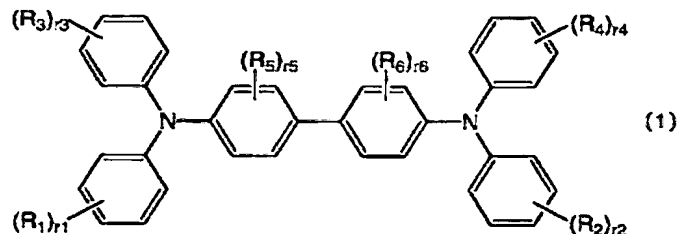
で、それ自体で青色発光させることが可能であるが、ホスト材料が青色発光特性を有しないものであるときは、ドーパントを使用することにより発光特性をかせ、青色発光するようにしてもよい。このようなドーパントとしては前述のスチリル系アミン化合物などが挙げられる。

【0084】こうした構成では、ホスト材料となる化合物を含有する電子輸送層あるいはホール輸送層と発光層との膜厚比を、発光層厚/電子輸送層あるいはホール輸送層厚が1/100～100/1となるようにすることが好ましい。

【0085】また、青色発光層は電子注入輸送性化合物とホール注入輸送性化合物との混合層であってもよく、このような態様は好ましい。なかでも、電子注入輸送性化合物、ホール注入輸送性化合物のいずれか一方の化合物は、発光層に隣接して設けられる電子輸送層、ホール輸送層に用いられた化合物と同じものが好ましい。特に好ましくは、発光層に隣接して電子輸送層とホール輸送層とを設け、これらの層中の電子注入輸送性化合物とホール注入輸送性化合物とを用い、これらの化合物の混合物とすることである。

【0086】具体的には、電子輸送層中のフェニルアントラセン誘導体を電子注入輸送性化合物として用い、ホール輸送層中の芳香族三級アミンをホール注入輸送性化合物として用いることが好ましい。フェニルアントラセ

ン誘導体として前述の式(A)の化合物が好ましい。芳香族三級アミンとしては、式(1)で表されるテトラアリールベンジジン誘導体が好ましい。



【0088】式(1)について説明すると、 $R_1 \sim R_4$ は、それぞれアリール基、アルキル基、アルコキシ基、アリールオキシ基またはハロゲン基を表し、これらは同一でも異なるものであってもよい。 $r_1 \sim r_4$ は、それぞれ0～5の整数であり、 $r_1 \sim r_4$ がそれぞれ2以上の整数であるとき、隣接する R_1 同士、 R_2 同士、 R_3 同士、 R_4 同士は、それぞれ互いに結合して環を形成してもよい。 R_5 および R_6 は、それぞれアルキル基、アルコキシ基、アミノ基またはハロゲン基を表し、これらは同一でも異なるものであってもよい。 r_5 および r_6 は、それぞれ0～4の整数である。

【0089】 $R_1 \sim R_4$ で表されるアリール基としては、単環もしくは多環のものであってもよく、縮合環や環集合も含まれる。総炭素数は6～20のものが好ましく、置換基を有していてもよい。この場合の置換基としては、アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、アミノ基、ハロゲン原子等が挙げられる。具体的には、フェニル基、(o-, m-, p-)トリル基、ピレニル基、ペリレニル基、コロネニル基、ナフチル基、アントリル基、ビフェニル基、フェニルアントリル基、トリルアントリル基等が挙げられ、特にフェニル基が好ましく、アリール基、特にフェニル基の結合位置は3位(Nの結合位置に対してメタ位)または4位(Nの結合位置に対してパラ位)であることが好ましい。

【0090】 $R_1 \sim R_4$ で表されるアルキル基としては、直鎖状でも分岐を有するものであってもよく、炭素数1～10のものが好ましく、置換基を有していてもよい。この場合の置換基としてはアリール基と同様のものが挙げられる。具体的には、メチル基、エチル基、(n-, i-)プロピル基、(n-, i-, s-, t-)ブチル基等が挙げられる。

【0091】 $R_1 \sim R_4$ で表されるアルコキシ基としては、アルキル部分の炭素数1～6のものが好ましく、具体的にはメトキシ基、エトキシ基、t-ブトキシ基等が挙げられる。アルコキシ基はさらに置換されていてもよい。

【0092】 $R_1 \sim R_4$ で表されるアリールオキシ基としては、フェノキシ基、4-メチルフェノキシ基、4-(t-ブチル)フェノキシ基等が挙げられる。

【0087】

【化40】

【0093】 $R_1 \sim R_4$ で表されるハロゲン基としては、塩素原子、臭素原子等が挙げられる。

【0094】式(1)のなかでも、好ましい態様としては、 $r_1 \sim r_4$ のいずれかが2以上の整数であり、 R_1 同士、 R_2 同士、 R_3 同士および R_4 同士のなかのいずれかが互いに結合して環(例えばベンゼン環)を形成する場合が挙げられる。

【0095】また、別の好ましい態様としては $R_1 \sim R_4$ のうちの少なくとも1個はアリール基である場合である。すなわち、 $r_1 \sim r_4$ は同時に0になることはない。従って、 $r_1 + r_2 + r_3 + r_4$ は1以上の整数であり、少なくとも1つのアリール基が存在する条件を満たす数である。

【0096】 $R_1 \sim R_4$ のうちの少なくとも1個はアリール基であるとき、特に $R_1 \sim R_4$ として1分子中にアリール基が2～4個存在することが好ましく、 $r_1 \sim r_4$ の中の2～4個が1以上の整数であることが好ましい。特に、アリール基は分子中に総計で2～4個存在し、好ましくは $r_1 \sim r_4$ の中の2～4個が1であり、さらに好ましくは $r_1 \sim r_4$ が1であり、含まれる $R_1 \sim R_4$ のすべてがアリール基であることも好ましい。すなわち、分子中の $R_1 \sim R_4$ が置換していてもよい4個のベンゼン環には総計で2～4個のアリール基が存在し、2～4個のアリール基は4個のベンゼン環の中で同一のものに結合していても、異なるものに結合していてもよいが、特に2～4個のアリール基がそれぞれ異なるベンゼン環に結合していることが好ましい。そして、さらに少なくとも2個のアリール基がNの結合位置に対してパラ位またはメタ位に結合していることがより好ましい。また、この際アリール基としては少なくとも1個がフェニル基であることが好ましく、すなわちアリール基とベンゼン環が一緒になってN原子に対し4-または3-ビフェニル基を形成することが好ましい。特に2～4個が4-または3-ビフェニル基であることが好ましい。4-または3-ビフェニル基は一方のみでも両者が混在していてもよい。また、フェニル基以外のアリール基としては、特に(1-, 2-)ナフチル基、(1-, 2-, 9-)アントリル基、ピレニル基、ペリレニル基、コロネニル基などが好ましく、フェニル基以外のアリール基もNの結合位置に対しパラ位またはメタ位に結合すること

が好ましい。これらのアリール基もフェニル基と混在していてもよい。

【0097】式(1)において、 R_5 、 R_6 で表されるアルキル基、アルコキシ基、ハロゲン原子としては、 $R_1 \sim R_4$ のところで挙げたものと同様のものが挙げられる。

【0098】 R_5 、 R_6 で表されるアミノ基としては、無置換でも置換基を有するものであってもよいが、置換基を有するものが好ましく、具体的にはジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ジトリルアミノ基、ジビフェニルアミノ基、 N -フェニル- N -トリルアミノ基、 N -フェニル- N -ナフチルアミノ基、 N -フェニル- N -ビフェニルアミノ基、 N -フェニル- N -アントリルアミノ基、 N -フェニル- N -

ビニルアミノ基、ジナフチルアミノ基、ジアントリルアミノ基、ジビニルアミノ基等が挙げられる。

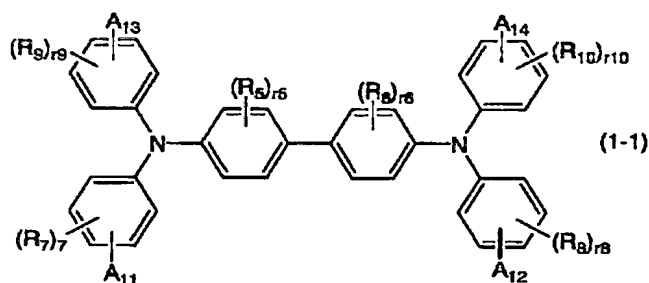
【0099】 r_5 、 r_6 は、ともに0であることが好ましく、2つのアリールアミノ基を連結するビフェニレン基は無置換のものが好ましい。

【0100】なお、 $r_1 \sim r_4$ が2以上の整数のとき、各 $R_1 \sim R_4$ 同士は各々同一でも異なるものであってもよい。また、 r_5 、 r_6 が2以上の整数のとき、 R_5 同士、 R_6 同士は同一でも異なるものであってもよい。

【0101】これらの化合物の中でも、下記式(1-1)で表される化合物が好ましい。

【0102】

【化41】



【0103】式(1-1)について説明すると、 $A_{11} \sim A_{14}$ は、それぞれ N の結合位置に対してパラ位(4位)またはメタ位(3位)に結合するフェニル基または水素原子を表し、これらは同一でも異なるものであってもよい。ただし、 $A_{11} \sim A_{14}$ の2個以上はフェニル基であることが好ましい。これらのフェニル基はさらに置換基を有していてもよく、この場合の置換基としては $R_1 \sim R_4$ で表されるアリール基のところで挙げた置換基と同様のものを挙げることができる。

【0104】 $R_7 \sim R_{10}$ は、それぞれアルキル基、アルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基またはハロゲン基を表し、これらは同一でも異なるものであってもよい。これらの具体例としては式(1)の $R_1 \sim R_4$ のところで挙げたものと同様のものを挙げることができる。

【0105】 $r_7 \sim r_{10}$ は、それぞれ0~4の整数であり、 $r_7 \sim r_{10}$ は0であることが好ましい。

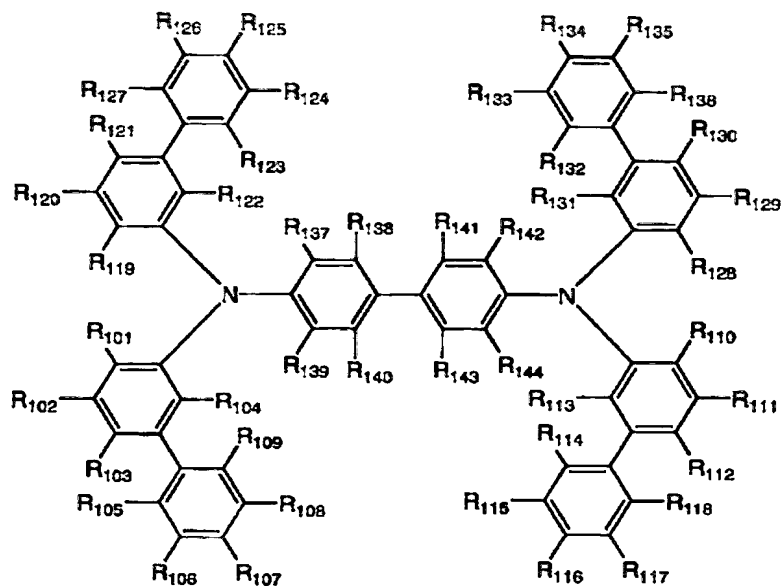
【0106】なお、 $r_7 \sim r_{10}$ が各々2以上の整数であるとき、各 $R_7 \sim R_{10}$ 同士は同一でも異なるものであってもよい。

【0107】また、式(1-1)において、 R_5 、 R_6 、 r_5 および r_6 は式(1)のものと同義であり、 $r_5 = r_6 = 0$ であることが好ましい。

【0108】式(1)で表される化合物の具体例を以下に示すが、本発明はこれに限定されるものではない。具体例は式(I)、(II)の表示に従って示しており、 $R_1 \sim R_4$ 等においてすべてHのときはHで示し、置換基が存在するときは置換基のみを示している。このほか、実施例で使用する N 、 N' -ジ(1-ナフチル)- N 、 N' -ジフェニルベンジジンが例示できる。

【0109】

【化42】



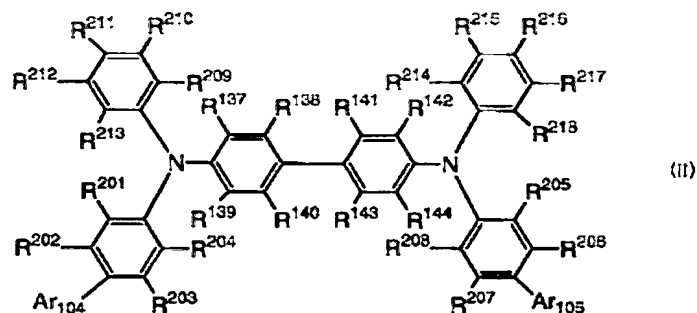
(I)

【0110】

【化43】

化43

化合物 No.	$R_{101} \sim R_{104}$	$R_{105} \sim R_{109}$	$R_{110} \sim R_{113}$	$R_{114} \sim R_{118}$	$R_{119} \sim R_{122}$	$R_{123} \sim R_{127}$	$R_{128} \sim R_{131}$	$R_{132} \sim R_{136}$	$R_{137} \sim R_{145}$
1-1	H	H	H	H	H	H	H	H	H
1-2	H	$R_{106} = CH_3$	H	$R_{117} = CH_3$	H	$R_{123} = CH_3$	H	$R_{135} = CH_3$	H
1-3	H	$R_{107} = CH_3$	H	$R_{116} = CH_3$	H	$R_{125} = CH_3$	H	$R_{134} = CH_3$	H
1-4	H	$R_{107} = Ph$	H	$R_{116} = Ph$	H	$R_{125} = Ph$	H	$R_{134} = Ph$	H
1-5	H	$R_{107} = OPh$	H	$R_{116} = OPh$	H	$R_{125} = OPh$	H	$R_{134} = OPh$	H
1-6	H	$R_{107} = N(C_2H_5)_2$	H	$R_{116} = N(C_2H_5)_2$	H	$R_{125} = N(C_2H_5)_2$	H	$R_{134} = N(C_2H_5)_2$	H
1-7	$R_{102} = Ph$	H	$R_{111} = Ph$	H	$R_{120} = Ph$	H	$R_{128} = Ph$	H	H
1-8	$R_{103} = OPh$	H	$R_{111} = OPh$	H	$R_{120} = OPh$	H	$R_{128} = OPh$	H	H
1-9	H	H	H	H	H	H	H	H	$R_{137} = R_{142} = CH_3$
1-10	H	H	H	H	H	H	H	H	$R_{140} = R_{143} = CH_3$
1-11	$R_{102} = Ph$	$R_{107} = Ph$	$R_{111} = Ph$	$R_{116} = Ph$	$R_{120} = Ph$	$R_{125} = Ph$	$R_{128} = Ph$	$R_{134} = Ph$	H
1-12	H	$R_{106} = CH_3$	H	$R_{116} = CH_3$	H	$R_{125} = CH_3$	H	$R_{134} = CH_3$	H
1-13	H	$R_{106} = Ph$	H	$R_{117} = Ph$	H	$R_{126} = Ph$	H	$R_{135} = Ph$	H



【0112】

【化45】

化合物 No.	Ar ₁₀₄	Ar ₁₀₅	R ²⁰¹ ~R ²⁰⁴	R ²⁰⁵ ~R ²⁰⁸	R ²⁰⁹ ~R ²¹³	R ²¹⁴ ~R ²¹⁸	R ¹³⁷ ~R ¹⁴⁴
105-1			H	H	H	H	H
105-2			H	H	H	H	H
105-3			H	H	H	H	H
105-4			H	H	H	H	H
105-5			H	H	H	H	H
105-6			H	H	H	H	H
105-7			H	H	H	H	H
105-8			H	H	H	H	H

【化46】

【0113】

【化47】

化合物 No.	Ar ₁₀₄	Ar ₁₀₅	R ²⁰¹ ~R ²⁰⁴	R ²⁰⁵ ~R ²⁰⁸	R ²⁰⁹ ~R ²¹³	R ²¹⁴ ~R ²¹⁸	R ¹³⁷ ~R ¹⁴¹
105-9			H	H	H	H	H
105-10			H	H	H	H	H
105-11			H	H	H	H	H
105-12			H	H	H	H	H
105-13			H	H	H	H	H

化合物 No.	Ar ₁₀₄	Ar ₁₀₅	R ²⁰¹ ~R ²⁰⁴	R ²⁰⁵ ~R ²⁰⁸	R ²⁰⁹ ~R ²¹³	R ²¹⁴ ~R ²¹⁸	R ²¹⁹ ~R ²⁴⁴
105-14			H	H	H	H	H
105-15			H	H	H	H	R ¹³⁷ ~R ¹⁴² =CH ₃
105-16			H	H	H	H	R ¹³⁷ ~R ¹⁴² =CH ₃
105-17			H	H	R ²¹¹ =Ph	R ²¹⁶ =Ph	H
105-18			H	H	R ²¹² =Ph	R ²¹⁷ =Ph	H
105-19			H	H	R ²¹³ =Ph	R ²¹⁸ =Ph	H

【0115】式(1)で表されるテトラアリールベンジジン誘導体は1種のみ用いても2種以上併用してもよい。

【0116】混合層における電子注入輸送性化合物とホール注入輸送性化合物との混合比(体積比)は電子注入輸送性化合物/ホール注入輸送性化合物が10/90~90/10であることが好ましく、さらに好ましくは20/80~80/20である。

【0117】このような混合層において、電子輸送性化合物に前述のフェニルアントラセン誘導体を用いる場合は、これ自身を青色発光化合物とすることができる。このようにフェニルアントラセン誘導体を青色発光化合物とし、テトラアリールベンジジン誘導体と混合して青色発光層とする場合、フェニルアントラセン誘導体/テト

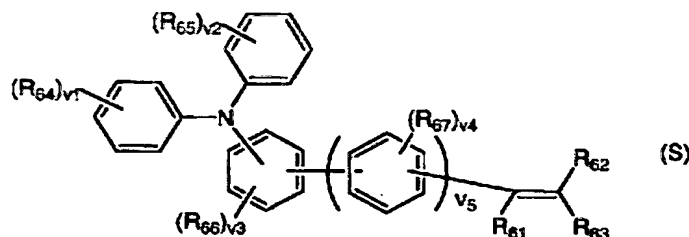
ラアリールベンジジン誘導体(体積比)は95/5~30/70が好ましく、90/10~40/60がより好ましい。

【0118】また、上述のような混合層において、さらにドーパントをドーブしてもよく、ドーパントのドーブは発光効率の向上および素子の安定性の点で好ましい。ドーパントの使用量は混合層中において0.1~20質量%であることが好ましい。

【0119】このようなドーパントとしては前述のスチリル系アミン化合物が好ましく用いられる。特に式(S)で表される化合物が好ましい。

【0120】

【化48】



【0121】式(S)について説明すると、式(S)中、 R_{61} は水素またはアリール基を表す。 R_{61} で表されるアリール基としては置換基を有するものであってもよく、総炭素数6～30のものが好ましく、例えばフェニル基等が挙げられる。

【0122】 R_{62} 、 R_{63} は各々水素、アリール基またはアルケニル基を表し、これらは同一でも異なるものであってもよい。

【0123】 R_{62} および R_{63} で表されるアリール基としては置換基を有するものであってもよく、総炭素数6～70のものが好ましい。具体的にはフェニル基、ナフチル基、アントリル基等が挙げられ、置換基としてはアリールアミノ基(例えばジフェニルアミノ基)、アリールアミノアリール基等が好ましい。また、このような置換基中にはスチリル基(スチリル基はさらにフェニル基、ジフェニルアミノ基、ナフチル(フェニル)アミノ基、ジフェニルアミノフェニル基等の置換基を有していてもよい。)が含まれることも好ましく、このような場合式(S)で示される化合物から誘導される一価の基同士が、それ自体でまたは連結基を介して結合したような構造であることも好ましい。

【0124】 R_{62} 、 R_{63} で表されるアルケニル基としては置換基を有するものであってもよく、総炭素数2～50のものが好ましく、ビニル基等が挙げられ、ビニル基とともにスチリル基を形成していることが好ましく、スチリル基はアリールアミノアリール基(例えばジフェニルアミノフェニル基)やアリールアミノ基(例えばジフェニルアミノ基)等の置換基を有していてもよく、このような場合、式(S)で示される化合物から誘導される一価の基同士が、それ自体でまたは連結基を介して結

合したような構造であることも好ましい。

【0125】 R_{64} 、 R_{65} はアリールアミノ基またはアリールアミノアリール基を表し、これらにはスチリル基(スチリル基はさらにフェニル基等の置換基を有していてもよい。)を含んでいてもよく、このような場合、上記の同じく、式(S)で示される化合物から誘導される一価の基同士がそれ自体でまたは連結基を介して結合したような構造であることも好ましい。

【0126】 v_1 、 v_2 は0～5の整数を表し、 v_1 、 v_2 が2以上のとき、 R_{64} 同士、 R_{65} 同士が互いに結合してベンゼン環等の縮合環を形成してもよい。

【0127】 R_{66} 、 R_{67} は各々アルキル基、アリール基を表す。 R_{66} 、 R_{67} で表されるアルキル基としては、置換基を有していてもよく、直鎖状でも分岐を有していてもよく、総炭素数1～6のものが好ましく、具体的にはメチル基、エチル基等が挙げられる。 R_{66} 、 R_{67} で表されるアリール基としては、置換基を有していてもよく、単環でも多環であってもよく総炭素数6～20のものが好ましく、具体的にはフェニル基等が挙げられる。

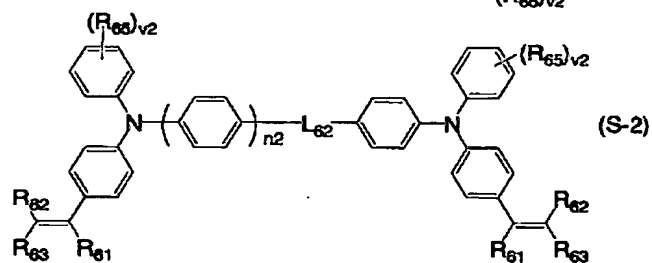
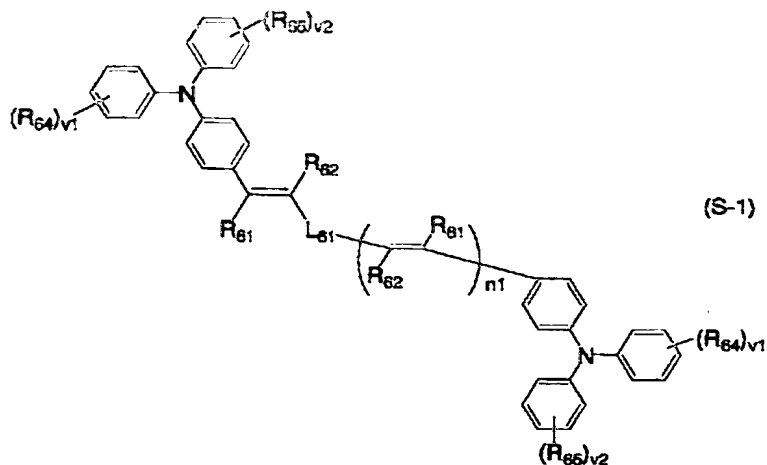
【0128】 v_3 、 v_4 は0～4の整数を表す。

【0129】 v_5 は0または1を表す。式(S)のなかでも、 v_5 が0であって、 R_{64} 、 R_{65} が結合していてもよいジフェニルアミノ基と、 R_{61} 、 R_{62} 、 R_{63} が結合したビニル基とがフェニレン基に対してパラ位となるように結合した構造が好ましい。

【0130】特に、下記式(S-1)、(S-2)で表される化合物が好ましい。

【0131】

【化49】



【0132】式(S-1)中、 R_{61} 、 R_{62} 、 R_{64} 、 R_{65} 、 v_1 、 v_2 は、式(S)中のものと同義のものであり、 n_1 は0または1を表し、 L_{61} は結合手またはアリーレン基を表す。アリーレン基の好ましい具体例としては、フェニレン基、ビフェニレン基、ナフチレン基、アントリレン基等が挙げられ、これらの組合せも好ましく、これらの基は、さらに置換基を有していてもよい。

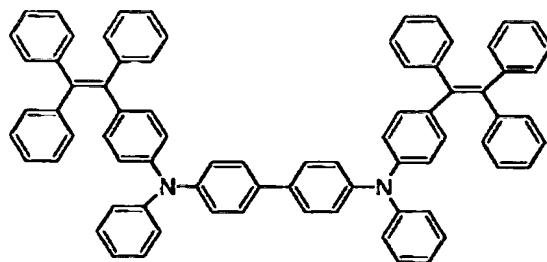
【0133】式(S-2)中、 $R_{61} \sim R_{63}$ 、 R_{65} 、 v_2 は、式(S)中のものと同義のものであり、 n_2 は0または1を表し、 L_{62} は式(S-1)中の L_{61} と同義である。

【0134】式(S)のスチリル系アミン化合物の具体例を以下に示す。

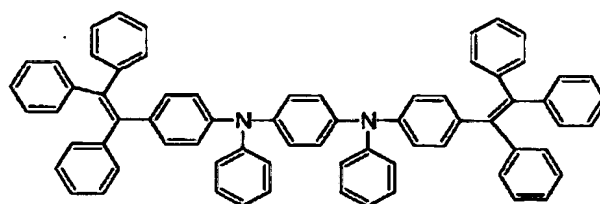
【0135】

【化50】

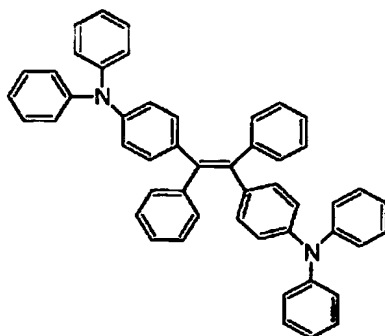
S-1



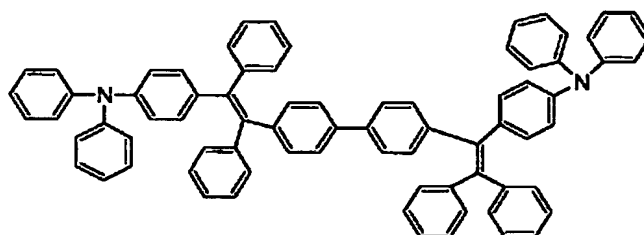
S-2



S-3

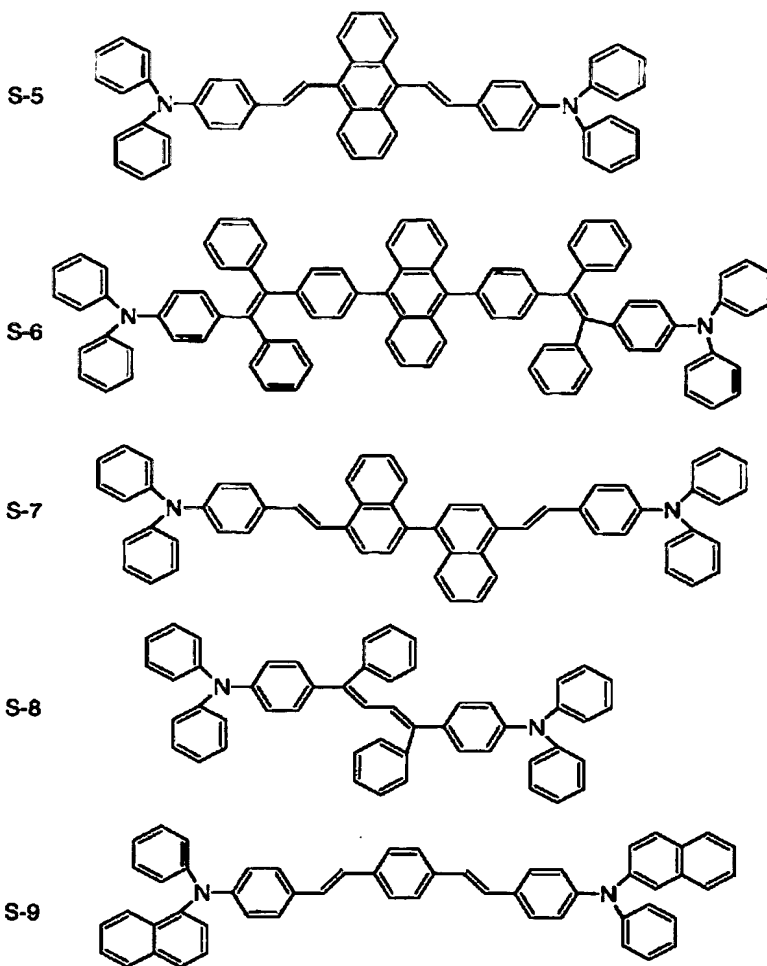


S-4



【0136】

【化51】



【0137】これらの化合物は1種のみ用いても2種以上併用してもよい。

【0138】上記のような混合層において、電荷移動度と電荷密度の積がほぼ等しくなるように電子注入輸送性化合物およびホール注入輸送性化合物を選ぶことが好ましい。さらに好ましくは前記の条件を満たしかつ電荷移動度もほぼ等しいことが好ましい。この場合、電荷移動度は、タイムオブフライト法等により求めたものであり、 $1 \times 10^{-1} \sim 1 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ の範囲にあることが好ましい。このように電荷移動度が近くなるように化合物を選ぶことによって、i) キャリアの再結合確率を向上させることが発光効率を向上させること、ii) 発光層からキャリアの突抜けが少なくなり、キャリア輸送層のダメージが小さくなり、素子の発光寿命を長寿化できる利点がある。また、ホール注入輸送性化合物と電子注入輸送性化合物を混合することで、各電子とホールの移動度が低下し、再結合確率が向上する等の利点もある。

【0139】混合層において、電子注入輸送性化合物とホール注入輸送性化合物とは均一に混合していてもよく、膜厚方向に濃度分布をもち、ホール輸送層側にてホール注入輸送性化合物の濃度が高く、電子輸送層側に向

かってその濃度が漸減し、一方電子輸送層側にて電子注入輸送性化合物の濃度が高く、ホール輸送層側に向かってその濃度が漸減する傾斜膜としてもよい。傾斜膜において、電子注入輸送性化合物は電子輸送層側の混合層の1/2領域に混合層全体に存在する電子注入輸送性化合物の95～50質量%程度存在することが好ましく、ホール注入輸送性化合物についても同様の関係が成立することが好ましい。

【0140】以上のような混合層からなる青色発光層は、電子とホールとが発光層全体に分布しており、再結合ポイントおよび発光ポイントが発光層内全体に拡がっており、層間界面近傍のみならず混合層全体で発光している。このことは実測の発光スペクトルと、発光領域を仮定して各光学界面での反射光と直接光の光学干渉シミュレーションを行った発光スペクトルをフィッティングすることで容易に確認することができる。このように層全体で発光することが可能であるため、積層した数種の波長の異なる発光を一つの素子から安定に取り出すことができ、かつ素子の発光寿命を延ばす等の利点が得られる。

【0141】本発明における青色発光層の発光極大波長は400～500nmである。

【0142】上述のような混合層の厚さは1〜500nm、さらには20〜200nmであることが好ましい。

【0143】＜その他の発光色＞本発明の有機EL素子は、青色発光層のほかに、これとは発光波長の異なる少なくとも1層の発光層を有する多色発光に対応したものであることが好ましい。このような発光層は、赤（発光極大波長600〜700nm）、緑（発光極大波長500〜560nm）などの発光光を発するものであってよい。

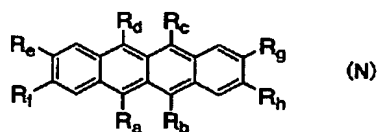
【0144】また、これらの発光層において、青色発光層と同じホスト材料を用いた混合層とし、ドーパントを加えることによって青色とは異なる色の発光光を発する発光層とすることが好ましい。これにより再結合領域が広がり、励起子の生成上好ましいものとなる。

【0145】例えば、このような混合層の好ましい一態様として、前記のフェニルアントラセン誘導体とテトラアリールベンジジン誘導体との混合物に対し、ドーパントとしてナフタセン誘導体をドーパした混合層がある。例えばナフタセン誘導体としてルブレンを用いた場合赤（発光極大波長540〜600nm）の発光が可能になる。ナフタセン誘導体の添加は素子の長寿命化の観点から好ましい。このほかペンタセン誘導体も同様の利点が得られる。これらについては、特開平8-311442号公報、W098/08360号、特願平10-137505号等に記載されている。

【0146】ナフタセン誘導体としては式(N)で表される化合物が好ましい。

【0147】

【化52】



【0148】式(N)において、R_a、R_b、R_cおよびR_dはそれぞれ非置換、または置換基を有するアルキル基、アリール基、アミノ基、複素環基およびアルケニル基のいずれかを表し、アリール基、アミノ基、複素環基およびアルケニル基のいずれかであることが好ましい。

【0149】R_a、R_b、R_cおよびR_dで表されるアリール基としては、単環もしくは多環のものであってよく、縮合環や環集合も含まれる。総炭素数は、6〜30のものが好ましく、置換基を有していてもよい。

【0150】R_a、R_b、R_cおよびR_dで表されるアリール基としては、好ましくはフェニル基、(o-, m-, p-)トリル基、ピレニル基、ペリレニル基、コロネニル基、(1-, 2-)ナフチル基、アントリル基、(o-, m-, p-)ビフェニル基、ターフェニル基、フェナントリル基等である。

【0151】R_a、R_b、R_cおよびR_dで表されるアミノ基としては、アルキルアミノ基、アリールアミノ基、ア

ラルキルアミノ基等いずれでもよい。これらは、総炭素数1〜6の脂肪族、および／または1〜4環の芳香族炭素環を有することが好ましい。具体的には、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジブチルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ジトリルアミノ基、ビスジフェニルアミノ基、ビスナフチルアミノ基等が挙げられる。

【0152】R_a、R_b、R_cおよびR_dで表される複素環基としては、ヘテロ原子としてO、N、Sを含有する5員または6員環の芳香族複素環基、および炭素数2〜20の縮合多環芳香族複素環基等が挙げられる。芳香族複素環基および縮合多環芳香族複素環基としては、例えばチエニル基、フリル基、ピロリル基、ピリジル基、キノリル基、キノキサリル基等が挙げられる。

【0153】R_a、R_b、R_cおよびR_dで表されるアルケニル基としては、少なくとも置換基の1つにフェニル基を有する(1-, および2-)フェニルアルケニル基、(1, 2-, および2, 2-)ジフェニルアルケニル基、(1, 2, 2-)トリフェニルアルケニル基等が好ましいが、非置換のものであってもよい。

【0154】R_a、R_b、R_cおよびR_dが置換基を有する場合、これらの置換基のうちの少なくとも2つがアリール基、アミノ基、複素環基、アルケニル基およびアリーロキシ基のいずれかであることが好ましい。アリール基、アミノ基、複素環基およびアルケニル基については上記R_a、R_b、R_cおよびR_dと同様である。

【0155】R_a、R_b、R_cおよびR_dの置換基となるアリーロキシ基としては、総炭素数6〜18のアリール基を有するものが好ましく、具体的には(o-, m-, p-)フェノキシ基等が挙げられる。

【0156】これら置換基の2種以上が縮合環を形成していてもよい。また、さらに置換されていてもよく、その場合の好ましい置換基としては上記と同様である。

【0157】R_a、R_b、R_cおよびR_dが置換基を有する場合、少なくともその2種以上が上記置換基を有することが好ましい。その置換位置としては特に限定されるものではなく、メタ、パラ、オルト位のいずれでもよい。また、R_aとR_d、R_bとR_cはそれぞれ同じものであることが好ましいが、異なってもよい。

【0158】R_e、R_f、R_gおよびR_hは、それぞれ水素または置換基を有していてもよいアルキル基、アリール基、アミノ基およびアルケニル基のいずれかを表す。

【0159】R_e、R_f、R_gおよびR_hで表されるアルキル基としては、炭素数が1〜6のものが好ましく、直鎖状であっても分岐を有していてもよい。アルキル基の好ましい具体例としては、メチル基、エチル基、(n, i)-プロピル基、(n, i, sec, tert)-ブチル基、(n, i, neo, tert)-ペンチル基等が挙げられる。

【0160】R_e、R_f、R_gおよびR_hで表されるアリール基、アミノ基、アルケニル基としては、上記R_a、

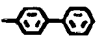





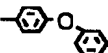
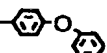
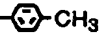

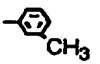





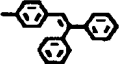
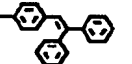
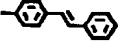
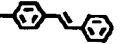
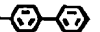



R_1 、 R_2 および R_3 の場合と同様である。また、 R_2 と R_4 、 R_3 と R_5 は、それぞれ同じものであることが好ましいが、異なってもよい。

具体例は式(N)の表示の組合せにより示している。

【0162】



















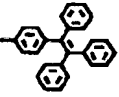

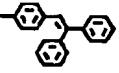
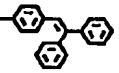












【化53】

【0161】ナフタセン誘導体の具体例を以下に示す。

No.	R_a	R_b	R_c	R_d	R_e	R_f	R_g	R_h
1	-Ph	-H	-H	-Ph	-H	-H	-H	-H
2		-H	-H		-H	-H	-H	-H
3		-H	-H		-H	-H	-H	-H
4		-H	-H		-H	-H	-H	-H
5		-H	-H		-H	-H	-H	-H
6		-H	-H		-H	-H	-H	-H
7		-H	-H		-H	-H	-H	-H
8		-H	-H		-H	-H	-H	-H
9		-H	-H		-H	-H	-H	-H
10		-H	-H		-H	-H	-H	-H
11		-H	-H		-H	-H	-H	-H
12		-CH ₃	-CH ₃		-CH ₃	-CH ₃	-CH ₃	-CH ₃
13		-H	-H		-CH ₃	-CH ₃	-CH ₃	-CH ₃












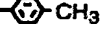








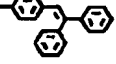
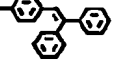












【0163】

【化54】

No.	R _a	R _b	R _c	R _d	R _e	R _f	R _g	R _h
14	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-H	-H	-H	-H
15		-Ph		-Ph	-H	-H	-H	-H
16					-H	-H	-H	-H
17	 -CH ₃	-Ph	 -CH ₃	-Ph	-H	-H	-H	-H
18		 -CH ₃		 -CH ₃	-H	-H	-H	-H
19	 -O- 	-Ph	 -O- 	-Ph	-H	-H	-H	-H
20		-Ph	-Ph		-H	-H	-H	-H
21		-Ph		-Ph	-H	-H	-H	-H
22		-Ph		-Ph	-H	-H	-H	-H
23	 -CH=CH- 	-Ph	 -CH=CH- 	-Ph	-H	-H	-H	-H
24					-H	-H	-H	-H
25					-H	-H	-H	-H







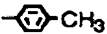





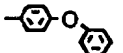
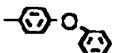




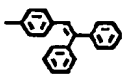
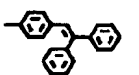
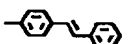
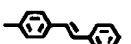








【0164】

【化55】

No.	R _a	R _b	R _c	R _d	R _e	R _f	R _g	R _h
26	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-H	-H
27		-Ph		-Ph	-Ph	-Ph	-H	-H
28					-Ph	-Ph	-H	-H
29	 -CH ₃	-Ph	 -CH ₃	-Ph	-Ph	-Ph	-H	-H
30		 -CH ₃		 -CH ₃	-Ph	-Ph	-H	-H
31	 -O- 	-Ph	 -O- 	-Ph	-Ph	-Ph	-H	-H
32		-Ph	-Ph		-Ph	-Ph	-H	-H
33		-Ph		-Ph	-Ph	-Ph	-H	-H
34		-Ph		-Ph	-Ph	-Ph	-H	-H
35	 -CH=CH- 	-Ph	 -CH=CH- 	-Ph	-Ph	-Ph	-H	-H
36					-Ph	-Ph	-H	-H
37					-Ph	-Ph	-H	-H

【0165】

【化56】

No.	R _a	R _b	R _c	R _d	R _e	R _f	R _g	R _h
38	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph
39		-Ph		-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph
40					-Ph	-Ph	-Ph	-Ph
41		-Ph		-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph
42					-Ph	-Ph	-Ph	-Ph
43		-Ph		-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph
44		-Ph	-Ph		-Ph	-Ph	-Ph	-Ph
45		-Ph		-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph
46		-Ph		-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph
47		-Ph		-Ph	-Ph	-Ph	-Ph	-Ph
48					-Ph	-Ph	-Ph	-Ph
49					-Ph	-Ph	-Ph	-Ph

【0166】これらの化合物は1種のみ用いても2種以上用いてもよい。

【0167】混合層におけるナフタセン誘導体の使用量は0.1～20質量%であることが好ましい。

【0168】また、このような混合層におけるフェニルアントラセン誘導体とテトラアリールベンジジン誘導体の混合比はフェニルアントラセン誘導体/テトラアリールベンジジン誘導体の体積比が90/10～10/90であることが好ましい。その厚さは1～500nm、さらには10～200nmであることが好ましい。

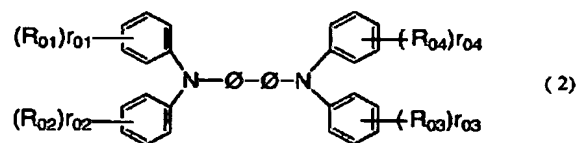
【0169】本発明では、青色発光層を含め、2層あるいは3層の発光層を設け、白色発光するような素子を構成することができる。

【0170】＜ホール輸送および/または注入層＞本発明では、一部前記したが、ホール輸送および/または注入層を設けることが好ましい。ホール輸送層を設け、その層中のホール注入輸送性化合物を発光層のホスト材料として用いるような態様でない場合においても、ホール輸送および/または注入層（ホール注入輸送層という場合もある）を設けることが好ましい。この場合のホール

注入輸送性化合物としては芳香族三級アミンを用いることが好ましく、式（1）で表されるテトラアリールベンジジン誘導体および式（2）で表されるトリフェニルアミン誘導体が好ましい。式（1）については前述のとおりである。式（2）について説明する。

【0171】

【化57】



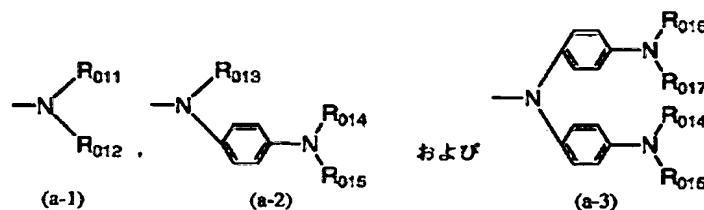
【0172】式（2）において、2つのΦはフェニレン基を表す。Φ-Φのビフェニレン基としては、4, 4'-ビフェニレン基、3, 3'-ビフェニレン基、3, 4'-ビフェニレン基、2, 2'-ビフェニレン基、2, 3'-ビフェニレン基、2, 4'-ビフェニレン基のいずれであってもよいが、特に4, 4'-ビフェニレン基が好ましい。

【0173】また、R₀₁、R₀₂、R₀₃およびR₀₄は、そ

れぞれ、アルキル基、アリール基、ジアリールアミノアリール基、

【0174】

【化58】



(ここで、 R_{011} 、 R_{012} 、 R_{013} 、 R_{014} 、 R_{015} 、 R_{016} および R_{017} は、それぞれ、アリール基を表す。)

【0175】のいずれかを表し、これらは同一でも異なるものであってもよい。ただし、 $R_{01} \sim R_{04}$ の少なくとも一つはジアリールアミノアリール基、または前記(a-1)～(a-3)のいずれかを表す。 R_{011} 、 R_{012} 、 R_{013} 、 R_{014} 、 R_{015} 、 R_{016} および R_{017} で表されるアリール基は、それぞれ、無置換であっても置換基を有するものであってもよい。

【0176】 R_{01} 、 R_{02} 、 R_{03} 、 R_{04} で表されるアルキル基は置換基を有していてもよく、直鎖状でも分岐を有していてもよく、総炭素数1～20のものが好ましく、具体的にはメチル基、エチル基等が挙げられる。

【0177】 R_{01} 、 R_{02} 、 R_{03} 、 R_{04} 、 R_{011} 、 R_{012} 、 R_{013} 、 R_{014} 、 R_{015} 、 R_{016} および R_{017} で表されるアリール基としては、単環または多環のものであってよく、総炭素数6～20のものが好ましく、具体的には、フェニル基、ナフチル基、アントリル基、フェナントリル基、ピレニル基、ペリレニル基および o -, m -または p -ビフェニル基等が挙げられる。これらアリール基はさらに置換されていてもよく、このような置換基としては、炭素数1～6のアルキル基、無置換もしくは置換基を有するアリール基またはアルコキシ基、アリーロキシ基および $N(R_{021})R_{022}$ 等が挙げられる。ここで、 R_{021} および R_{022} は、それぞれ、無置換または置換基を有するアリール基を表す。

【0178】 R_{021} および R_{022} で表されるアリール基としては、単環または多環のものであってよく、総炭素数6～20のものが好ましく、具体的には、フェニル基、ナフチル基、アントリル基、フェナントリル基、ピレニル基、ペリレニル基および o -, m -または p -ビフェニル基等が挙げられ、特に好ましくはフェニル基が挙げられる。これらアリール基はさらに置換されていてもよく、このような置換基としては、炭素数1～6のアルキル基、無置換または置換基を有するアリール基等が挙げられる。前記アルキル基としては好ましくはメチル基が挙げられ、前記アリール基としては好ましくはフェニル基が挙げられる。

【0179】また、 R_{01} 、 R_{02} 、 R_{03} および R_{04} で表されるジアリールアミノアリール基は、例えばジアリールアミノフェニル基であり、このような基においてジアリ

ールアミノ基が式(2)で表される骨格に対してメタ位(3位)またはパラ位(4位)に結合しているものが好ましい。このときのフェニル基は、さらに置換基を有していてもよいが、ジアリールアミノ基のみを有することが好ましい。

【0180】ジアリールアミノ基中のアリール基としては、単環または多環のものであってよく、総炭素数6～20のものが好ましく、具体的には、フェニル基、ナフチル基、アントリル基、フェナントリル基、ピレニル基、ペリレニル基および o -, m -または p -ビフェニル基等が挙げられ、特に好ましくはフェニル基が挙げられる。これらアリール基はさらに置換されていてもよく、このような置換基としては、炭素数1～6のアルキル基、無置換または置換基を有するアリール基等が挙げられる。前記アルキル基としては好ましくはメチル基が挙げられ、前記アリール基としては好ましくはフェニル基が挙げられる。また、アリール基の置換基としては、式(2)中の $R_{01} \sim R_{04}$ で表されるジアリールアミノアリール基以外の上記の基も好ましい。置換基を2以上有する場合、それらは同一でも異なってもよい。また、置換基は、Nの結合位置に対してメタ位あるいはパラ位に結合していることが好ましい。

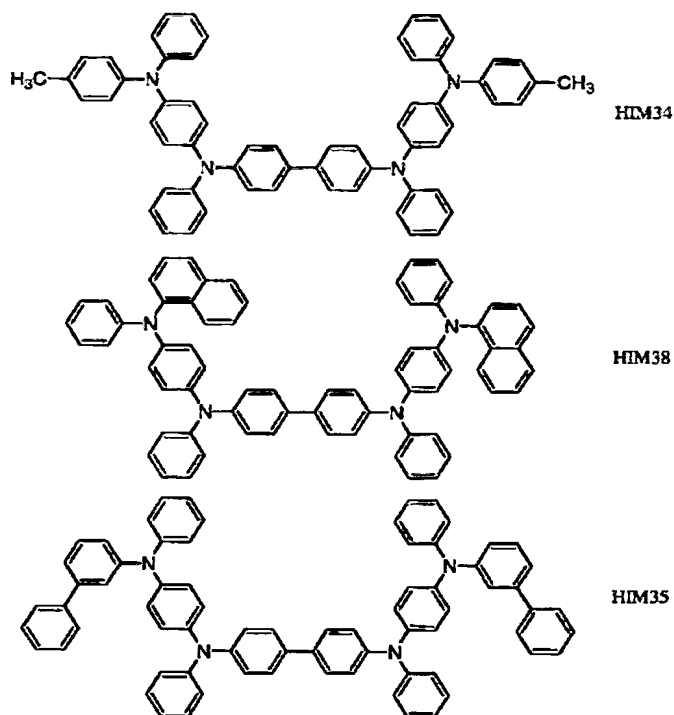
【0181】また、式(2)において、 r_{01} 、 r_{02} 、 r_{03} および r_{04} は、それぞれ、0～5、好ましくは0～2の整数を表すが、特に0または1であることが好ましい。そして、 $r_{01} + r_{02} + r_{03} + r_{04}$ は、1以上、特に1～4、さらには2～4が好ましい。前記 R_{01} 、 R_{02} 、 R_{03} および R_{04} は、Nの結合位置に対してメタ位あるいはパラ位に結合し、 R_{01} 、 R_{02} 、 R_{03} および R_{04} の全てがメタ位、 R_{01} 、 R_{02} 、 R_{03} および R_{04} の全てがパラ位、あるいは、 R_{01} 、 R_{02} 、 R_{03} および R_{04} がメタ位あるいはパラ位に結合していても、これらが混在していてもよい。 r_{01} 、 r_{02} 、 r_{03} または r_{04} が2以上である場合、 R_{01} 同士、 R_{02} 同士、 R_{03} 同士または R_{04} 同士は同一でも異なってもよく、さらにはこれらの隣接するもの同士が互いに結合して環を形成してもよい。このような環はベンゼン環等の芳香族の環であっても、シクロヘキサン環等の脂肪族の環であってもよい。

【0182】式(2)の好ましい具体例を以下に示す

が、これに限定されるものではない。

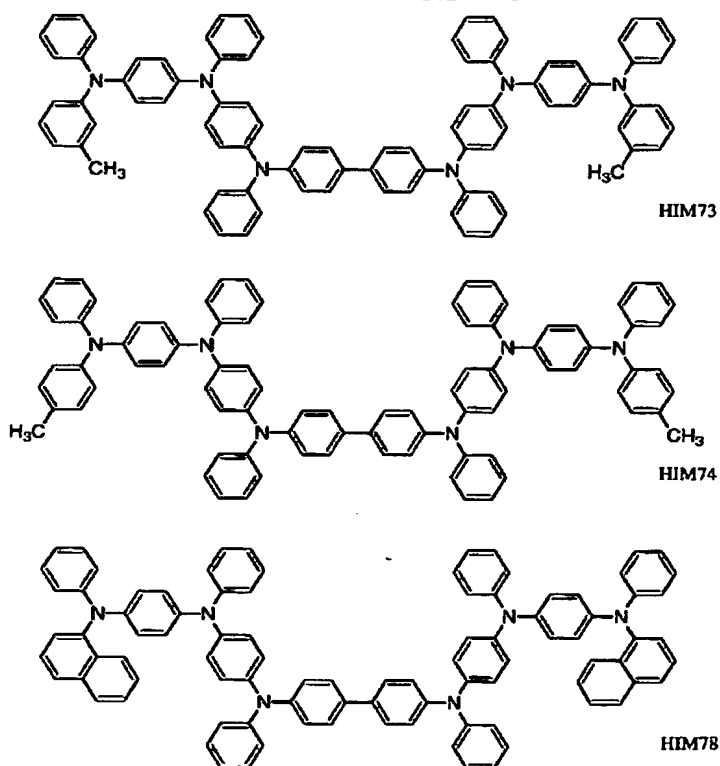
【0183】

【化59】



【0184】

【化60】



【0185】これらは1種のみ用いても2種以上併用してもよい。

【0186】発光層側から、ホール輸送層、ホール注入層を順に設けるときは、ホール輸送層に式(1)の化合

物を用い、ホール注入層に式(2)の化合物を用いることが好ましい。このような化合物を組み合わせることにより電子をブロックする機能が向上する。いずれにせよ、ホール輸送層にはベンジジン骨格を有し、フェニレ

ンジアミン骨格をもたない芳香族三級アミンを用いることが好ましく、ホール注入層にはフェニルジアミン骨格をもつ芳香族三級アミンを用いることが好ましい。

【0187】ホール注入層の厚さは1～1000nm、さらには1～100nmが好ましく、ホール輸送層の厚さは1～200nm、さらには5～100nmが好ましい。これらの層を1層のみ設けるときは1～1000nm、さらには10～500nmの厚さとするのが好ましい。

【0188】＜電子輸送および／または注入層＞本発明では、一部前記したが、電子輸送および／または注入層を設けることが好ましい。電子輸送層を設け、その層中の電子注入輸送性化合物を発光層のホスト材料として用いるような態様でない場合においても、電子輸送および／または注入層（電子注入輸送層という場合もある）を設けることが好ましい。この場合の電子注入輸送性化合物としては前記のフェニルアントラセン誘導体のほか、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム（A1Q3）等の8-キノリノールないしその誘導体を配位子とする有機金属錯体などのキノリン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ペリレン誘導体、ピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、キノキサリン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、ニトロ置換フルオレン誘導体等を用いることができる。

【0189】特に、式（A）のジフェニルアントラン誘導体と8-キノリノールないしその誘導体を配位子とするアルミニウム錯体（特にトリス（8-キノリノラト）アルミニウム）とを用い、前者を発光層側の電子輸送層に用い、後者を陰極側の電子注入層に用いることも好ましい。なお、8-キノリノールないしその誘導体を配位子とするアルミニウム錯体についてはWO98/08360号等に開示されている。

【0190】電子注入層の厚さは1～1000nm、さらには1～100nmが好ましく、電子輸送層の厚さは1～500nm、さらには1～100nmが好ましい。これらの層を1層のみ設けるときは1～1000nm、さらには1～100nmの厚さとするのが好ましい。

【0191】＜陰極＞本発明において用いられる陰極材料には、アルカリ金属（Li、Na、K、Rb、Cs等）のハロゲン化物、酸化物を用いることが好ましい。具体的にはフッ化リチウム（LiF）、塩化リチウム（LiCl）、臭化リチウム（LiBr）、ヨウ化リチウム（LiI）、フッ化ナトリウム（NaF）、塩化ナトリウム（NaCl）、臭化ナトリウム（NaBr）、ヨウ化ナトリウム（NaI）、フッ化ルビジウム（RbF）、塩化ルビジウム（RbCl）、臭化ルビジウム（RbBr）、ヨウ化ルビジウム（RbI）、フッ化セシウム（CsF）、塩化セシウム（CsCl）、臭化セシウム（CsBr）、ヨウ化セシウム（CsI）のハロゲン化物や、酸化リチウム（Li₂O）、酸化ナトリウム（Na₂O）等の酸化物が挙げられる。特にRb、C

s等のハロゲン化物、とりわけ塩化物、ヨウ化物が好ましい。

【0192】アルカリ金属のハロゲン化物、酸化物を下層とし、さらに仕事関数の小さい材料（例えば、Li、Na、K、Mg、Al、Ag、In、あるいは、これらの1種以上を含む合金）で積層してもよい。陰極は、結晶粒が細かいことが好ましく、特にアモルファス状態であることが好ましい。陰極の合計厚さは10～1000nm程度とすることが好ましい。下層を用いた構成での下層の厚さは0.1～1nm程度である。

【0193】陰極材料としてアルカリ金属のハロゲン化物、酸化物を用いることは、青色発光層を有する素子では特に有効であり、青色発光光を安定して得ることができる。青色発光系ではホストのエネルギーギャップが緑系に比べ大きいので、より高効率の電子注入性とホール注入性が要求される。従来のMgAgのような陰極では電子注入効率が悪く、これにかわる高効率な材料としてアルカリ金属系が有効である。それは仕事関数が小さいためである。また、ハロゲン化物、酸化物の形態をとっても仕事関数は変化しないし、あるいは電界がかかったときに還元等が起こり金属になり得る。よって取り扱いが容易な電子注入材料として最適である。また、有機膜と電極との密着向上の効果もある。

【0194】アルカリ金属のハロゲン化物、酸化物を陰極材料として用いることは、特に、青色発光層にその隣接層となる電子輸送層やホール輸送層の電子注入輸送性化合物やホール注入輸送性化合物をホスト材料として用いない態様においては必須である。

【0195】また、陰極界面の有機物層にLi等の金属をドーピングしてもよい。

【0196】また、電極形成の最後にAlや、フッ素系化合物を蒸着・スパッタすることで封止効果が向上する。

【0197】なお、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム（A1Q3）等を電子注入および／または輸送層に用い、陰極をスパッタにより形成するような場合、電子注入および／または輸送層に対するスパッタによるダメージを防止するために、電子注入および／または輸送層と陰極との間にルブレイン等のナフタセン誘導体（前記）の層を0.1～20nm厚に形成することができる。

【0198】＜陽極＞有機EL素子を面発光させるためには、少なくとも一方の電極が透明ないし半透明である必要があり、上記のように陰極の材料には制限があるので、好ましくは発光光の透過率が80%以上となるように陽極の材料および厚さを決定することが好ましい。具体的には、例えば、ITO（鈣ドーピング酸化インジウム）、IZO（亜鉛ドーピング酸化インジウム）、SnO₂、Ni、Au、Pt、Pd、ドーパントをドーピングしたポリピロールなどを陽極に用いることが好ましく、特にITO、IZOが好ましい。ITOは、通常In₂O

とSnOとを化学量論組成で含有するが、酸素量は多少これから偏倚していてもよい。IZOは、通常In₂O₃とZnOとを化学量論組成で含有するが、酸素量は多少これから偏倚していてもよい。In₂O₃に対するSnO₂の混合比は、1~20質量%、さらには5~12質量%が好ましい。また、IZOでのIn₂O₃に対するZnOの混合比は、通常、12~32質量%程度である。また、陽極の厚さは10~500nm程度とすることが好ましい。また、素子の信頼性を向上させるために駆動電圧が低いことが必要であるが、好ましいものとして10~30Ω/□または10Ω/□以下(通常0.1~10Ω/□)のITOが挙げられる。

【0199】また、ディスプレイのような大きいデバイスにおいては、ITOの抵抗が大きくなるのでA1配線をしてよい。

【0200】<基板材料>基板材料に特に制限はないが、基板側から発光光を取り出すためには、ガラスや樹脂等の透明ないし半透明材料を用いる。また、基板にカラーフィルター膜や蛍光性物質を含む蛍光変換フィルター膜、あるいは誘電体反射膜を用いたり、基板自身に着色したりして発光色をコントロールしてもよい。

【0201】カラーフィルター膜には、液晶ディスプレイ等で用いられているカラーフィルターを用いればよいが、有機EL素子の発光する光に合わせてカラーフィルターの特性を調整し、取り出し効率・色純度を最適化すればよい。

【0202】また、EL素子材料や蛍光変換層が光吸収するような短波長の外光をカットできるカラーフィルターを用いれば、素子の耐光性・表示のコントラストも向上する。

【0203】また、誘電体多層膜のような光学薄膜を用いてカラーフィルターの代わりにしてもよい。

【0204】蛍光変換フィルター膜は、EL発光の光を吸収し、蛍光変換膜中の蛍光体から光を放出させることで、発光色の色変換を行うものであるが、組成としては、バインダー、蛍光材料、光吸収材料の三つから形成される。

【0205】蛍光材料は、基本的には蛍光量子収率が高いものを用いればよく、EL発光波長域に吸収が強いことが好ましい。実際には、レーザー色素などが適しており、ローダミン系化合物・ペリレン系化合物・シアニン系化合物・フタロシアニン系化合物(サブフタロシアニン等も含む)・ナフタロイミド系化合物・縮合環炭化水素系化合物・縮合複素環系化合物・スチリル系化合物・クマリン系化合物等を用いればよい。

【0206】バインダーは基本的に蛍光を消光しないような材料を選ばよく、フォトリソグラフィー・印刷等で微細なパターンニングができるようなものが好ましい。また、ITOの成膜時にダメージを受けないような材料が好ましい。

【0207】光吸収材料は、蛍光材料の光吸収が足りない場合に用いるが、必要のない場合は用いなくてもよい。光吸収材料は、蛍光性材料の蛍光を消光しないような材料を選ばよい。

【0208】<カラーフィルターを用いた発光色変調>本発明では、前述の有機EL素子とカラーフィルターとを組み合わせることによって、前述の有機EL素子の発光色を変調させることができ、これにより、多色発光有機ELディスプレイ(多色発光装置)が容易に提供できる。

【0209】こうした装置に前述の有機EL素子を適用する場合、前述の有機EL素子は、互いに対向する一対の電極間に、発光層を含む有機EL素子が挟持され、少なくとも一方の電極は透明電極であることが好ましいが、カラーフィルターが用いられるので、少なくとも一方の電極は透明電極であることが必要であり、透明電極側から発光光を取り出すため、カラーフィルターは透明電極側に設置される。

【0210】ここで、有機層とは有機化合物を含有する層をいい、有機化合物には有機化合物を配位子とする金属錯体や有機金属化合物などを含むものとする。

【0211】上記の装置は、セグメント型の表示部を有するものであっても、ドットマトリックス型の表示部を有するものであってもよいが、これら両方の表示部を備えるものであってもよい。

【0212】ドットマトリックス型の表示部は、互いに対向し、かつ交差するように、一対の複数の電極が配列されたXYマトリックス型電極を有し、この交差部分の電極間に有機層を挟持させることによって画素を形成したものである。カラーフィルターはこの画素の透明電極側に設置することが好ましい。また、画素の周辺部であって、カラーフィルター設置部位近傍(通常カラーフィルター間)にはブラックマトリックスを設置することが好ましい。ブラックマトリックスによりカラーフィルター間の漏れ光を防止することができ、これにより多色発光の視認性を高めることができる。

【0213】ここで、画素とは他の領域とは独立に励起されて発光することができる画像表示配列の領域をいう。

【0214】上記の複数の電極は、通常ストライプ状電極であり、一対の電極はほぼ直交するように配列される。なお、製造上、ストライプ状電極は、一方の電極を形成した後に他方の電極が形成されることが多く、また、層間絶縁膜を用いてドットマトリックス型の表示部が形成されることが多いため、後に形成される他方のストライプ状電極がほぼ同一平面上に形成されない場合や、一本の同一方向のストライプが連続膜とならない場合などが生じ得るが、ほぼ直交する交差部分が存在しさえすれば差しつかえない。

【0215】例えば、ドットマトリックス型表示部を形

成する方法としては次の方法がある。透明基板（ガラス等）上に所定のカラーフィルター層を形成し、このカラーフィルター層の透明電極形成面に、好ましくはこの面の平坦性を向上させるために、アクリル樹脂やポリイミド等の透明樹脂で形成された $1\mu\text{m}$ ～ 5mm 厚のオーバーコート層を設ける。このオーバーコート層はカラーフィルターの保護層としても機能する。このオーバーコート層をパターニングし、パターニングしたオーバーコート層上に透明電極を形成する。なお、透明電極層とオーバーコート層との間にはバッシベーション層として透明かつ電気絶縁性無機酸化物層を設けてもよい。

【0216】パターニングした透明電極層を含む面に、 10nm ～ $100\mu\text{m}$ 厚の層間絶縁膜を設け、透明電極形成部位以外の部位に絶縁膜が残るようにする。絶縁膜は、 SiO_2 、 SiN_x 等の無機化合物のほか、ポリイミド、アクリル樹脂、エポキシ樹脂等の樹脂で形成することができる。

【0217】さらに、この場合、絶縁膜のほかに、絶縁膜上にスペーサーを形成したり、スペーサー上にさらにスペーサーより幅の大きいオーバーハング体を形成したりして、素子分離する方法もある（特開平9-330792号等）。

【0218】この後、前述の有機EL素子中の発光層を含む有機層を形成し、さらに対電極を前記の透明電極と交差するように設ければ電極対の交差部分に発光機能をもたせることができる。上記の絶縁膜は、素子形成後においても、残すようにすることが好ましく、上記の絶縁膜の存在により、基板面から見えない部分での無駄な発光を避けることができる。また、ブラックマトリックスを用いる場合は、カラーフィルター層間に、ブラックマトリックス層を設置すればよい。

【0219】＜カラーフィルターおよびブラックマトリックス＞

i) カラーフィルター

本発明に用いられるカラーフィルターとしては、例えば、下記の色素のみまたは、色素をバインダー樹脂中に溶解または分散させた固体状態のものを挙げることができる。

【0220】赤色（R）色素：ペリレン系顔料、レーキ顔料、アゾ系顔料、キナクリドン系顔料、アントラキノ系顔料、アントラセン系顔料、イソインドリン系顔料、イソインドリノン系顔料等の単品および少なくとも二種類以上の混合物

【0221】緑色（G）色素：ハロゲン多置換フタロシアニン系顔料、ハロゲン多置換銅フタロシアニン系顔料、トリフェルメタン系塩基性染料、イソインドリン系顔料、イソインドリノン系顔料等の単品および少なくとも二種類以上の混合物

【0222】青色（B）色素：銅フタロシアニン系顔料、インダンスロン系顔料、インドフェノール系顔料、

シアニン系顔料、ジオキサジン系顔料等の単品および少なくとも二種類以上の混合物

【0223】一方、バインダー樹脂は、透明な（可視光50%以上）材料が好ましい。例えば、ポリメチルメタクリレート、ポリアクリレート、ポリカーボネート、ポリビニルアルコール、ポリビニルピロリドン、ヒドロキシエチルセルロース、カルボキシメチルセルロース等の透明樹脂（高分子）が挙げられる。

【0224】なお、カラーフィルターを平面的に分離配置するために、フォトリソグラフィー法が適用できる感光性樹脂も選ばれる。例えば、アクリル酸系、メタクリル酸系、ポリケイ皮酸ビニル系、環ゴム系等の反応性ビニル基を有する光硬化型レジスト材料が挙げられる。また、印刷法を用いる場合には、透明な樹脂を用いた印刷インキ（メジウム）が選ばれる。例えば、ポリ塩化ビニル樹脂、メラミン樹脂、フェノール樹脂、アルキド樹脂、エポキシ樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリエステル樹脂、マレイン酸樹脂、ポリアミド樹脂のモノマー、オリゴマー、ポリマーからなる組成物、また、ポリメチルメタクリレート、ポリアクリレート、ポリカーボネート、ポリビニルアルコール、ポリビニルピロリドン、ヒドロキシエチルセルロース、カルボキシメチルセルロース等の透明樹脂を用いることができる。

【0225】カラーフィルターが主に色素からなる場合は、所望のカラーフィルターパターンをマスクを介して真空蒸着またはスパッタリング法で成膜され、一方、色素とバインダー樹脂からなる場合は、蛍光色素と上記樹脂およびレジストを混合、分散または可溶化させ、スピコート、ロールコート、キャスト法等の方法で成膜し、フォトリソグラフィー法で所望のカラーフィルターパターンでパターニングしたり、印刷等の方法で所望のカラーフィルターのパターンでパターニングし、熱処理して硬化させるのが一般的である。

【0226】それぞれのカラーフィルターの膜厚と透過率は、下記とすることが好ましい。R：膜厚 $0.5\sim 20\mu\text{m}$ （透過率50%以上/ 610nm ）、G：膜厚 $0.5\sim 20\mu\text{m}$ （透過率50%以上/ 545nm ）、B：膜厚 $0.2\sim 20\mu\text{m}$ （透過率50%以上/ 460nm ）

【0227】また、特にカラーフィルターが色素とバインダー樹脂からなるものは、色素の濃度が、カラーフィルターが問題なくパターニングできて、かつ、有機EL素子の発光を十分透過できる範囲であればよい。色素の種類にもよるが、使用するバインダー樹脂を含めたカラーフィルター膜に色素が5～50質量%含まれる。

【0228】ii) ブラックマトリックス

本発明に用いられるブラックマトリックスとしては、例えば、下記の金属および金属酸化物薄膜、並びに黒色色素を挙げることができる。金属および金属酸化物薄膜の具体例としては、クロム（Cr）、ニッケル（Ni）、

銅(Cu)等の金属およびその酸化物の薄膜を挙げることができる。上記金属および金属酸化物の混合物としては、光学濃度3.0以上(膜厚10~300nm(100~3000Å))のものが好ましい。

【0229】黒色色素の具体例としては、カーボンブラック、チタンブラック、アニリンブラックまたはカラーフィルターの色素を混合して、黒色化したもの、またはカラーフィルターと同じように上記色素をバインダー樹脂中に溶解または分散させた固体状態のものを挙げることができる。

【0230】金属および金属酸化物薄膜は、スパッタリング法、蒸着法、CVD法等により絶縁性基板全面か、マスキングの手法により少なくとも表示部全面に成膜後、フォトリソグラフィ法によりパターンニングを行って、ブラックマトリックスのパターンを形成することができる。

【0231】黒色色素を用いた場合は、カラーフィルターの場合と同様にパターンニングして、ブラックマトリックスを形成することができる。

【0232】＜保護層(透明平坦膜)＞本発明において、必要に応じて用いられる保護層(透明平坦膜)は、カラーフィルター(ブラックマトリックスを含む)が物理的に傷つくこと、外部の環境因子(水、酸素、光)により劣化するのを保護するために用いられる。その材料としては、透明な(可視光50%以上)材料であることが好ましい。

【0233】具体的には、光硬化型樹脂および/または熱硬化型樹脂のように、アクリレート系、メタクリレート系の反応性ビニル基を有するものを挙げることができる。また、メラミン樹脂、フェノール樹脂、アルキド樹脂、エポキシ樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリエステル樹脂、マレイン酸樹脂、ポリアミド樹脂のモノマー、オリゴマー、ポリマー、ポリメチルメタクリレート、ポリアクリレート、ポリカーボネート、ポリビニルアルコール、ポリビニルピロリドン、ポリイミド、ヒドロキシエチルセルロース、カルボキシメチルセルロース等の透明樹脂を挙げることができる。カラーフィルターおよび有機EL素子の耐光性を高めるために、保護層中に紫外線吸収剤を添加することもできる。

【0234】保護層は、上記材料を、液状の場合はスピンコート、ロールコート、キャスト法等の方法で成膜し、光硬化型樹脂は光の照射後必要に応じて熱硬化させ、熱硬化型は成膜後そのまま熱硬化させる。フィルム状の場合は、そのまま、粘着剤を塗布して貼着してもよい。

【0235】保護層の厚さは、視野角にほとんど影響を及ぼさないで、特に制限はないが、厚くなりすぎると、光の透過率に影響を及ぼすので、通常1μm~5mmの範囲で選ぶことができる。

【0236】＜透明かつ電気絶縁性無機酸化物層＞本発

明に用いられる透明かつ電気絶縁性無機酸化物層は、例えば、蒸着またはスパッタリング、ディッピング等でカラーフィルター上または保護層上に積層することによって形成することができる。なお、この透明かつ電気絶縁性無機酸化物層は、単層であっても、二層以上の複層であってもよい。例えば、二層とすることによって、下層の無機酸化物層(例えばソーダー石灰ガラスなど)からの無機イオンの溶出を上層の無機酸化物層で抑え、溶出イオンから有機EL素子を保護することができる。

【0237】その材料としては、酸化ケイ素(SiO_2)、酸化アルミニウム(Al_2O_3)、酸化チタン(TiO_2)、酸化イットリウム(Y_2O_3)、酸化ゲルマニウム(GeO_2)、酸化亜鉛(ZnO)、酸化マグネシウム(MgO)、酸化カルシウム(CaO)、ほう酸(B_2O_3)、酸化ストロンチウム(SrO)、酸化バリウム(BaO)、酸化鉛(PbO)、ジルコニア(ZrO_2)、酸化ナトリウム(Na_2O)、酸化リチウム(Li_2O)、酸化カリウム(K_2O)等を挙げることができるが、酸化シリコン、酸化アルミニウム、酸化チタンが、その層(膜)の透明性が高く、その成膜温度が比較的低温(250℃以下)であり、カラーフィルタまたは保護層をほとんど劣化させないので好ましい。

【0238】また、透明かつ電気絶縁性無機酸化物層として、ガラス板、または、上記の酸化ケイ素、酸化アルミニウム、および酸化チタン等からなる群から選ばれる一種以上の化合物を、透明な絶縁性のガラス板の上面または下面の少なくとも一方に成膜したガラス板の場合は、カラーフィルタ上または保護層上に貼り合わせるだけの低温(150℃以下)操作が可能であり、カラーフィルタ上または保護層を全く劣化させないのでより好ましい。また、ガラス板は、特に水蒸気、酸素またはモノマー等の劣化ガスを遮断する効果大きい。

【0239】ガラス板の組成としては、表1または表2に示すものを挙げることができる。特に、ソーダー石灰ガラス、バリウム・ストロンチウム含有ガラス、鉛ガラス、アルミノケイ酸塩ガラス、ホウケイ酸ガラス、バリウムホウケイ酸ガラス等を挙げることができる。なお、ここで電気絶縁性無機酸化物層は、その組成として、無機酸化物を主に含むものであればよく、窒化物(例えば Si_3N_4)が含まれていてもよい。

【0240】透明かつ電気絶縁性無機酸化物層の膜厚は、有機EL素子の発光を妨げないものであれば特に制限はないが、本発明では、0.01μm以上200μm以下が好ましい。ガラス板、または、上記の酸化ケイ素、酸化アルミニウム、および酸化チタン等からなる群から選ばれる一種以上の化合物を、透明な絶縁性のガラス板の上面または下面の少なくとも一方に成膜したガラス板は、板ガラスの精度、強度上、1μm以上200μm以下が好ましい。なお、ここで、透明かつ電気絶縁性無機酸化物層の膜厚が、小さくなると、無機酸化物粒子

の単層膜に近づき、カラーフィルターまたは保護層の有機物から発生する水蒸気、酸素またはモノマー等の劣化ガスを遮断することが困難となり、膜厚が大きくなる
と、カラーフィルターの精細度にもよるが、有機EL素子の発光がカラーフィルターとのギャップから漏れだ

し、多色発光の視野角を決めて、多色発光装置の実用性を低下させることがある。

【0241】

【表1】

ガラス組成系	
1) $R_2O-R'_2O-SiO_2$ ・ $Na_2O-CaO/MgO-SiO_2$ (ソーダ石灰ガラス) ・ $Na_2O/K_2O-BaO/SrO-SiO_2$ ・ $Na_2O/K_2O-CaO/ZnO-SiO_2$	
2) $R_2O-PbO-SiO_2$ ・ $K_2O/Na_2O-PbO-SiO_2$ (鉛ガラス)	
3) $R_2O-B_2O_3-SiO_2$ ・ $Na_2O-B_2O_3-SiO_2$ (ホウケイ酸ガラス) ・ $K_2O-B_2O_3-SiO_2$	
4) $R'_2O-B_2O_3-SiO_2$ ・ $PbO-B_2O_3-SiO_2$ ・ $PbO/ZnO-B_2O_3-SiO_2$ ・ $PbO-B_2O_3-SiO_2 + (ファイラー)$ ・ $ZnO-B_2O_3-SiO_2$	
5) $R'_2O-Al_2O_3-SiO_2$ ・ $CaO/MgO-Al_2O_3-SiO_2$ (アルミノケイ酸塩ガラス) ・ $MgO-Al_2O_3-SiO_2$ ・ $PbO/ZnO-Al_2O_3-SiO_2$	
6) $R_2O-Al_2O_3-SiO_2$ ・ $Li_2O-Al_2O_3-SiO_2$ ・ $Na_2O-Al_2O_3-SiO_2$	
7) $R'_2O-TiO_2-SiO_2$ ・ $BaO-TiO_2-SiO_2$	
8) $R_2O-ZrO_2-SiO_2$ ・ $Na_2O/Li_2O-ZrO_2-SiO_2$	
9) $R'_2O-P_2O_5-SiO_2$ ・ $CaO-P_2O_5-SiO_2$	
10) R'_2O-SiO_2 ・ $CaO/BaO/PbO-SiO_2$	
11) SiO_2	
12) $R_2O-R'_2O-B_2O_3$ ・ $Li_2O-BeO-B_2O_3$	
13) $R'_2O-R_2O_3-B_2O_3$ ・ $CaO/BaO-Al_2O_3-B_2O_3$ ・ $CaO/PbO-Lu_2O_3-B_2O_3$	
14) $R_2O-Al_2O_3-P_2O_5$ ・ $K_2O-Al_2O_3-P_2O_5$	
15) $R'_2O-Al_2O_3-P_2O_5$ ・ $BaO/CaO-Al_2O_3-P_2O_5$ ・ $ZnO-Al_2O_3-P_2O_5$	

R : 1価の元素
R' : 2価の元素
R'' : 3価の元素

【0242】

【表2】

区 分	組成物 (主として1-3成分系として表わす)
1 単結晶化合物	SiO_2 , B_2O_3 , GeO_2 , As_2O_3
2 ケイ酸塩	$\text{Li}_2\text{O}-\text{SiO}_2$, $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$, $\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ $\text{MgO}-\text{SiO}_2$, $\text{CaO}-\text{SiO}_2$, $\text{BaO}-\text{SiO}_2$, $\text{PbO}-\text{SiO}_2$ $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$ $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$
3 ホウ酸塩	$\text{Li}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3$, $\text{Na}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3$, $\text{K}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3$ $\text{MgO}-\text{B}_2\text{O}_3$, $\text{CaO}-\text{B}_2\text{O}_3$, $\text{PbO}-\text{B}_2\text{O}_3$ $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{B}_2\text{O}_3$, $\text{ZnO}-\text{PbO}-\text{B}_2\text{O}_3$ $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3$
4 リン酸塩	$\text{Li}_2\text{O}-\text{P}_2\text{O}_5$, $\text{Na}_2\text{O}-\text{P}_2\text{O}_5$ $\text{MgO}-\text{P}_2\text{O}_5$, $\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5$, $\text{BaO}-\text{P}_2\text{O}_5$ $\text{K}_2\text{O}-\text{BaO}-\text{P}_2\text{O}_5$ $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{P}_2\text{O}_5$, $\text{SiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$, $\text{B}_2\text{O}_3-\text{P}_2\text{O}_5$ $\text{V}_2\text{O}_5-\text{P}_2\text{O}_5$, $\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{P}_2\text{O}_5$, $\text{WO}_3-\text{P}_2\text{O}_5$
5 ゲルマン酸塩ガラス	$\text{Li}_2\text{O}-\text{GeO}_2$, $\text{Na}_2\text{O}-\text{GeO}_2$, $\text{K}_2\text{O}-\text{GeO}_2$ $\text{B}_2\text{O}_3-\text{GeO}_2$, $\text{SiO}_2-\text{GeO}_2$
6 タングステン酸塩	$\text{Na}_2\text{O}-\text{WO}_3$, $\text{K}_2\text{O}-\text{WO}_3$
7 モリブデン酸塩	$\text{Na}_2\text{O}-\text{MoO}_3$, $\text{K}_2\text{O}-\text{MoO}_3$, $\text{Li}_2\text{O}-\text{MoO}_3$
8 テルル酸塩	$\text{Na}_2\text{O}-\text{TeO}_2$
9 ホウケイ酸塩	$\text{Na}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$
10 アルミノケイ酸塩	$\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$
11 アルミノホウ酸塩	$\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3$, $\text{ZnO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3$
12 アルミノホウケイ酸塩	$\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$
13 フッ化物	BeF_2 , $\text{NaF}-\text{BeF}_2$ $\text{ZrF}_4-\text{BaF}_2-\text{ThF}_4$, $\text{GdF}_3-\text{BaF}_2-\text{ZrF}_4$
14 フッリン酸塩	$\text{Al}(\text{PO}_3)_3-\text{AlF}_3-\text{NaF}-\text{CaF}_2$
15 オキシハロゲン化物	$\text{Ag}_2\text{O}-\text{AgI}-\text{P}_2\text{O}_5$
16 オキシナイトライド	$\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{AlN}-\text{SiO}_2$

【0243】＜有機EL素子の製造方法＞次に、本発明の有機EL素子の製造方法を説明する。陽極は、蒸着法やスパッタ法等の気相成長法により形成することが好ましい。

【0244】陰極は、蒸着法やスパッタ法で形成することが可能であるが、有機層上に成膜する点を考慮すると、有機層へのダメージの少ない蒸着法が好ましい。

【0245】発光層等の有機層の形成には、均質な薄膜が形成できることから真空蒸着法を用いることが好ましい。真空蒸着法を用いた場合、アモルファス状態または結晶粒径が $0.1\mu\text{m}$ 以下(通常、下限値は $0.001\mu\text{m}$ 程度である。)の均質な薄膜が得られる。結晶粒径が $0.1\mu\text{m}$ を超えていると、不均一な発光となり、素子の駆動電圧を高くしなければならなくなり、電荷の注入効率も著しく低下する。

【0246】真空蒸着の条件は特に限定されないが、 10^{-3}Pa 以下の真空度とし、蒸着速度は $0.1\sim 1\text{nm}/\text{sec}$ 程度とすることが好ましい。また、真空中で連続して各層を形成することが好ましい。真空中で連続して形成すれば、各層の界面に不純物が吸着することを防げるため、高特性が得られる。また、素子の駆動電圧を低くしたり、ダークスポットの発生・成長を抑えたりすること

ができる。

【0247】これら各層の形成に真空蒸着法を用いる場合において、混合層等、1層に複数の化合物を含有させる場合、化合物を入れた各ボートを個別に温度制御して異なる蒸着源より蒸発させる共蒸着が好ましいが、蒸気圧(蒸発温度)が同程度あるいは非常に近い場合には、予め同じ蒸着ボード内で混合させておき、蒸着することもできる。

【0248】また、この他、溶液塗布法(スピンコート、ディップ、キャスト等)、ラングミュア・プロジェクト(LB)法などを用いることもできる。溶液塗布法では、ポリマー等のマトリックス物質(樹脂バインダー)中に各化合物を分散させる構成としてもよい。なお、カラーフィルターの形成方法については前述の通りである。

【0249】本発明の有機EL素子は、通常、直流駆動型のEL素子として用いられるが、交流駆動またはパルス駆動することもできる。印加電圧は、通常、 $2\sim 10\text{V}$ 程度と従来のものよりも低い。

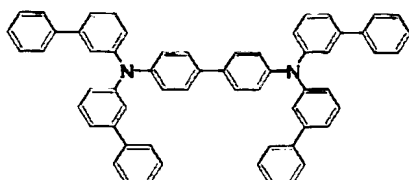
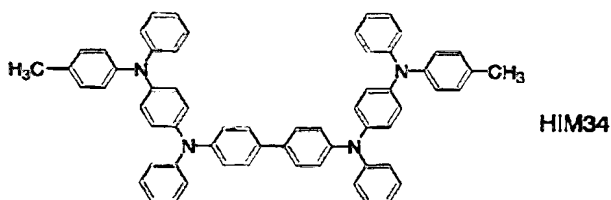
【0250】

【実施例】以下、本発明の実施例を参考例とともに示し、本発明をさらに詳細に説明する。実施例で使

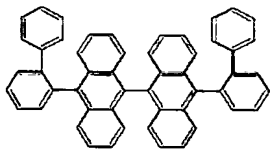
化合物の構造式を示す。

【0251】

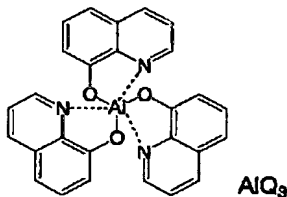
【化61】



テトラアリールベンジジン誘導体(No.I-1)

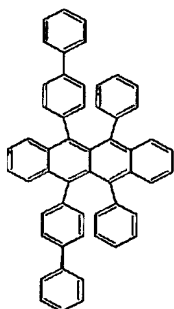


フェニルアントラセン誘導体(No.I-1)

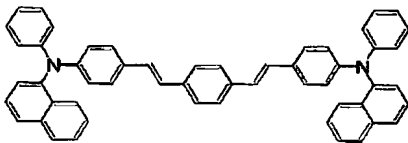


【0252】

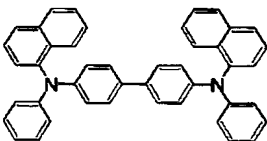
【化62】



ナフタセン誘導体(No.20)



スチリルアミン誘導体(S-9)



N,N'-ジ(1-ナフチル)-N,N'-ジフェニルベンジジン(NPB)

【0253】＜実施例1＞ガラス基板上に、ITO透明電極（陽極）をスパッタ法にて100nm成膜した。

【0254】そして、ITO透明電極を成膜したガラス基板を、中性洗剤、アセトン、エタノールを用いて超音波洗浄した。その基板を煮沸エタノール中から引き上げて乾燥し、UV/O₃ 洗浄した後、真空蒸着装置の基板

ホルダーに固定して、真空槽を 1×10^{-4} Pa以下まで減圧した。

【0255】次いで、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス[N-フェニル-N-4-トリル(4-アミノフェニル)]ベンジジン(HIM34)を蒸着速度0.2nm/secで20nmの厚さに蒸着し、ホール注入層とした。

【0256】N,N,N',N'-テトラキス-(3-ピフェニル-1-イル)ベンジジン(テトラアリアルベンジジン誘導体(No.1-1))を蒸着速度0.2nm/secで20nmの厚さに蒸着し、ホール輸送層とした。

【0257】さらに、テトラアリアルベンジジン誘導体(No.1-1)と10,10'-ビス[2-ピフェニルイル]-9,9'-ビアンスリル(フェニルアントラセン誘導体(No.1-1))とを体積比が1:3となるように、かつナフタセン誘導体(No.20)を3.0vol%含むように30nmの厚さに共蒸着し、混合層タイプの第一の発光層とした。このときの蒸着速度は順に0.05nm/sec、0.15nm/sec、0.006nm/secとした。

【0258】また、テトラアリアルベンジジン誘導体(No.1-1)とフェニルアントラセン誘導体(No.1-1)とを体積比が1:3となるように、かつスチリルアミン誘導体(S-9)を3.0vol%含むように50nmの厚さに共蒸着し、混合層タイプの第二の青色発光層とした。このときの蒸着速度は順に0.05nm/sec、0.15nm/sec、0.006nm/secとした。

【0259】次いで、減圧状態を保ったまま、フェニルアントラセン誘導体(No.1-1)を蒸着速度0.05nm/secで20nmの厚さに蒸着し、電子輸送層とした。また、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(A1Q3)を蒸着速度0.2nm/secで10nmの厚さに蒸着し、電子注入層とした。

【0260】さらに、減圧を保ったまま、CsIを蒸着速度0.05nm/secで、0.2nmの厚さに蒸着し、この上にMgAg(質量比10:1)を蒸着速度0.2nm/secで200nmの厚さに蒸着して陰極とし、保護層としてAlを100nm蒸着し有機EL素子を得た。

【0261】このような有機EL素子は、図1に示されるように、基板1上に陽極2を有し、その上にホール注入層3、ホール輸送層4、混合層タイプの第一の発光層5、混合層タイプの第二の発光層6、電子輸送層7、および電子注入層8をこの順に有し、さらにこの上に、アルカリ金属化合物で形成された陰極下層9と仕事関数の小さい金属で形成された陰極上層10とで構成された陰極を有し、基板1側から発光光を取り出すものである。

【0262】この有機EL素子を、10mA/cm²の定電流密度で駆動したところ、初期輝度は1100cd/m²、駆動電圧6.0Vであった。発光色は白色であった。また、輝度の半減期は、100mA/cm²の定電流駆動で初期輝度9000cd/cm²、駆動電圧9.9Vで600時間であり、10mA/cm²の定電流駆動で初期輝度1100cd/cm²、駆動電圧6.0Vで50000時間であった。

【0263】＜実施例2＞実施例1の素子において、(テトラアリアルベンジジン誘導体(No.1-1))の代わりに、N,N'-ジ(1-ナフチル)-N,N'-ジフェニルベンジジン(NPB)を用いるほかは同様にして素子を得、同様に特性を評価したところ、白色発光が得ら

れ、100mA/cm²の定電流駆動で初期輝度9000cd/cm²、駆動電圧9.8Vで、輝度半減期500時間であり、10mA/cm²の定電流駆動で初期輝度1100cd/cm²、駆動電圧5.5Vで、輝度半減期35000時間であった。

【0264】＜実施例3＞実施例1の素子において、混合層タイプの第1の発光層を設けないものとするほかは同様にして素子を得、同様に特性を評価したところ、青色発光が得られ、100mA/cm²の定電流駆動で初期輝度8500cd/m²、駆動電圧7.8Vで、輝度半減期500時間であり、10mA/cm²の定電流駆動で初期輝度900cd/m²、駆動電圧6.0Vで、輝度半減期30000時間であった。

【0265】なお、実施例1、3の有機EL素子の発光スペクトルを図2に示す。実施例1の有機EL素子は白色、実施例3の有機EL素子は青色の発光を示す。

【0266】＜参考例1＞実施例1と同様に素子を作製した。ただし、電子注入電極として用いたヨウ化セシウムを用いず、AlQ3の上に直接MgAgを蒸着し、電極とした。

【0267】10mA/cm²での輝度は400cd/m²で駆動電圧9.0Vのオレンジ発光となった。発光スペクトルを測定したところ、90%以上がナフタセン誘導体(No.20)からの発光であった。

【0268】また、発光寿命を測定したところ、100mA/cm²の定電流駆動での輝度は4000cd/m²で輝度半減時間は4時間であった。特に青色発光の強度の低下が大きかった。

【0269】＜参考例2＞実施例1と同様に素子を作製した。ただし、発光層を(テトラアリアルベンジジン誘導体(No.1-1))とフェニルアントラセン誘導体(No.1-1)の混合層ホストからフェニルアントラセン誘導体(No.1-1)の単独ホストとし、ナフタセン誘導体(No.20)とスチリルアミン誘導体(S-9)を同様にドーピングした。

【0270】10mA/cm²の定電流駆動での輝度は900cd/m²で駆動電圧7.5Vのオレンジ発光となった。発光スペクトルを測定したところ、75%以上がナフタセン誘導体(No.20)からの発光であった。

【0271】また、発光寿命を測定したところ、100mA/cm²の定電流駆動での輝度は9000cd/m²で輝度半減時間は100時間であった。特に青色発光の強度の低下が大きかった。

【0272】＜実施例4＞[有機ELディスプレイの作製]

ガラス基板としてコーニング社製商品名7059基板を中性洗剤を用いてスクラブ洗浄した。

【0273】この基板にカラーフィルターを形成するため、液晶ディスプレイのカラー化手法として最も一般的な顔料分散型のカラーフィルターの塗布・パターンニング工程を施した。赤、緑、青各色とも1.0~1.5μm

のフィルター膜厚になるように塗布条件を決め、所望のパターニングを行った。赤色用カラーフィルター材を1000rpmで約5秒スピコートし、100℃で3分プリベークした。露光機でフォトマスクを位置合わせし、20mWの紫外光を30秒照射後に約0.1質量%濃度のTMAH(tetra methyl ammonium hydride)水溶液で現像した。現像時間は約1分であった。この後塗布する別の色のカラーフィルター液に溶解しないように220℃で1時間キュアし、赤色カラーフィルターとした。他の色についても、材料(顔料)が異なるため詳細な形成条件は異なるものの、ほぼ同様な工程を順次行い、カラーフィルターを形成した。

【0274】次に、この後ITOを成膜する面の平坦性を向上させるため、アクリル樹脂のオーバーコート材を塗布し、所望のパターニングを行い、約220℃で1時間キュアして、オーバーコート層を得た。オーバーコート層の厚さは約3μmであった。

【0275】それから透明導電膜としてITOをスパッタ法で約100nm成膜し、フォトリソグラフィーでレジストパターンを形成した後に希塩酸でエッチングし、レジストを剥離してITOパターンを得た。

【0276】パターニングしたITO上に絶縁膜としてスパッタ法によりSiO₂を成膜し、さらに発光がガラス基板側から見える部分以外にSiO₂が残るようにパターニングして、SiO₂絶縁膜を約0.1μm厚に形成した。

【0277】次に、実施例1と同様にして、有機EL素子の有機層、陰極および保護層を成膜し、白色、緑色、青色の各ドットを有する有機ELディスプレイを作製した。画素サイズは2mm×2mmで、画素数は各色1ドットとした。

【0278】これを100mA/cm²で定電流駆動して各色の発光を確認したところ、各色の輝度とCIE色度は次のようであった。

【0279】

	輝度 cd/m ²	CIE x/y
白色	5260	0.32/0.34
赤色	934	0.62/0.34
緑色	2900	0.31/0.50
青色	744	0.12/0.14

【0280】＜実施例5＞[単純マトリックス型有機ELカラーディスプレイの作製]

実施例4と同様に用意した基板をスパッタ装置の基板ホルダーに固定して、Alを約1.5μmの膜厚にスパッタし、連続してTiNを約30nmの膜厚にスパッタしてAlとTiNの積層膜を成膜した。AlとTiNを真空を破らずに連続して成膜しているので、Al層の表面に自然酸化膜が形成されるのが防止され、AlとTiNの良好な接触が得られる。この積層膜をフォトリソグラフィーにより、パターニングして低抵抗配線を形成した。

【0281】カラーフィルターとオーバーコート層は実施例4と同様な方法にて形成した。パターンはTiN層の表面を露出させるようにした。

【0282】それから透明導電膜としてのITOパターンも実施例4と同様な方法にて形成した。これでITOと先に形成した低抵抗Al配線が接続され、カラムラインとなる。

【0283】パターニングしたITO上に絶縁膜としてスパッタ法によりSiO₂を成膜し、さらに発光がガラス基板側から見える部分以外にSiO₂が残るようにパターニングして、SiO₂絶縁膜を約0.1μm厚に形成した。これによりガラス基板側から見えない部分での無駄な発光をさけることができる。またこの部分は孔ない溝になってしまうため、傾斜した部分に蒸着された有機EL層が薄くなり、電流リークの要因となりやすいが、それも防止できる。

【0284】次に、ポリイミドの濃度を15質量%に調整したものを膜厚2μmになるようにスピン・コートし、145℃で1時間プリベークし、中間段階のスペーサー膜を形成した。引き続き、ポジレジストを塗布し、所望のフォト・パターンを形成するため露光・現像し、笠状の感光性樹脂体を形成した。ポジレジストの現像時に露出してくるポリイミドの中間段階のスペーサー膜も、現像液でポジレジストに引き続き除去され、最終的なスペーサー形状に形成される。これにより、素子分離構造が形成された。

【0285】次に、実施例1と同様にして、有機EL素子の有機層、陰極および保護膜を成膜し、1画素のサイズが330μm×110μmで、画素数320×240×RGBドットの単純マトリックス型カラーディスプレイを作製した。

【0286】これを線順次駆動したところ、実施例4と同様なCIE色度でカラー発光が得られた。

【0287】＜実施例6＞実施例4において、位置合わせを行ってカラーフィルター間にブラックマトリックスを設置するほかは同様にしてディスプレイを作製した。同様に駆動したところ、実施例4に比べ、よりシャープな発光光が得られた。ブラックマトリックスも顔料分散型の一般的なものを使用した。

【0288】＜実施例7＞実施例4において、アクリル樹脂のオーバーコート層を設けてから、その上にさらにSiO₂膜を約60nm厚に保護膜を設けるものとするほかは同様にしてディスプレイを作製した。同様に駆動したところ、実施例4と同様の結果が得られた。また素子の耐久性がより向上することがわかった。

【0289】

【発明の効果】本発明によれば、青色発光光が効率よく得られる。さらには青色発光を含めた多色発光への対応が可能で、高輝度で、長寿命の有機EL素子が得られる。さらには、その有機EL素子の優れた特性を生か

し、カラーフィルターとの組み合わせによる多色発光有機ディスプレイを作製することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例中の有機EL素子の構成を示す概略断面図である。

【図2】実施例中の有機EL素子の発光スペクトルを示すグラフである。

【符号の説明】

1 基板

2 陽極

3 ホール注入層

4 ホール輸送層

5 第一の発光層

6 第二の発光層

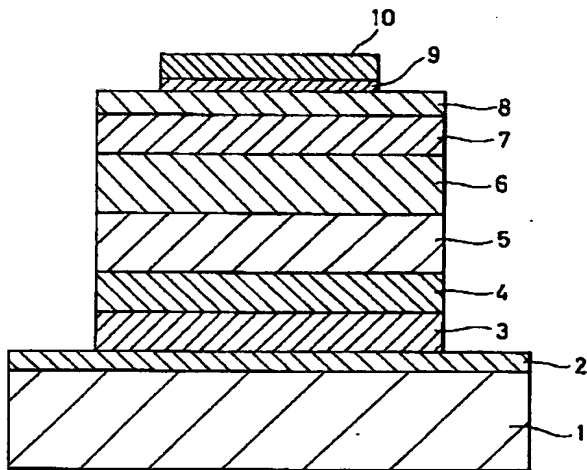
7 電子輸送層

8 電子注入層

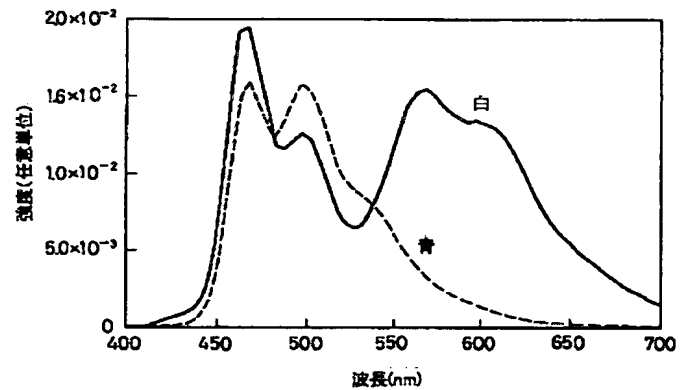
9 陰極下層

10 陰極上層

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

H05B 33/22
33/26

識別記号

F I

H05B 33/22
33/26

テマコード(参考)

C
Z

(72) 発明者 藤田 徹司

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(72) 発明者 中谷 賢司

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

Japanese Patent Laid-Open No. 2001-52870

Laid-Open Date: February 23, 2001

Application No. 345071/1999

Application Date: December 3, 1999

Convention Priority No. 157176/1999

Convention Priority Date: June 3, 1999

Convention Priority Country: Japan (JP)

Applicant: TDK Corporation

Inventors: Isamu Kobori et al.

[Title of the Invention] ORGANIC EL ELEMENT

[Abstract]

[Object] It is an object of the present invention to provide an organic element which efficiently emits light of blue color, is applicable to the multi-color emission, including blue color, high in luminance and has long service life.

[Construction] The organic EL element of the present invention is provided with the blue-emitting layer containing the hole injecting/transferring compound in the hole transferring layer 4 and/or electron injecting/transferring compound in the electron transferring layer 7 as the host compound(s), these layers being adjacent to the light-emitting layer, or the blue-emitting layer combined with the cathode with a halide or oxide of an alkali metal as the constituent material.

[Claims]

[Claim 1] An organic EL element comprising a light-emitting layer, and hole and/or electron transferring layers adjacent to the light-emitting layer, wherein the light-emitting layer is composed of one or more layers including a blue-emitting layer which contains a hole injecting/transferring compound in the hole transferring layer and/or electron injecting/transferring compound in the electron transferring layer as the host compound(s).

[Claim 2] The organic EL element according to Claim 1, wherein said host compound emits blue light.

[Claim 3] The organic EL element according to Claim 2, wherein said host compound is selected from phenyl anthracene derivatives.

[Claim 4] The organic EL element according to the Claim 1, which contains a dopant by which it emits blue color.

[Claim 5] The organic EL element according to Claim 1, which has the hole and electron transferring layer, wherein the blue-emitting layer is a mixed layer of the hole injecting/transferring compound in the hole transferring layer and electron injecting/transferring compound in the electron transferring layer.

[Claim 6] The organic EL element according to Claim 5, wherein said blue-emitting layer is a mixed layer of a phenyl anthracene derivative and aromatic tertiary amine.

[Claim 7] The organic EL element according to Claim 5 or 6, wherein said hole injecting/transferring compound and electron injecting/transferring compound are contained each at a constant concentration in said mixed layer.

[Claim 8] The organic EL element according to Claim 5 or 6, wherein each of said hole injecting/transferring compound and electron injecting/transferring compound has a concentration distribution in the film thickness direction, said hole injecting/transferring compound having a higher concentration on the hole transferring layer side and said electron injecting/transferring compound having a higher concentration on the electron transferring layer side.

[Claim 9] The organic EL element according to one of Claims 5 to 8, wherein said mixed layer is doped with a dopant.

[Claim 10] The organic EL element according to one of Claims 5 to 9, wherein said mixed layer as a whole emits blue color.

[Claim 11] The organic EL element according to one of Claims 1 to 10, wherein the materials that constitute the cathode provided on said electron transferring layer side include at least one type of compound selected from the group consisting of a halide and oxide of an alkali metals.

[Claim 12] The organic EL element according to Claim 11, wherein the materials that constitute the cathode provided on said electron transferring layer side include at least one

type of compound selected from the group consisting of halides of Rb and Cs.

[Claim 13] An organic EL element comprising a cathode, one or more light-emitting layers including a blue-emitting layer, hole transferring and/or injecting layers, and anode, wherein the materials that constitute the cathode include at least one type of compound selected from the group consisting of a halide and oxide of an alkali metals.

[Claim 14] The organic EL element according to Claim 13, wherein said blue-emitting layer contains a phenyl anthracene derivative as the compound that emits blue color.

[Claim 15] The organic EL element according to Claim 13 or 14, wherein said hole transferring and/or injecting layers contain an aromatic tertiary amine.

[Claim 16] The organic EL element according to Claim 15, wherein said aromatic tertiary amine is selected from the group consisting of the compounds represented by the general formula (1) or (2):

[Formula 1]

(1)

wherein, R_1 , R_2 , R_3 and R_4 are each an aryl, alkyl, alkoxy, aryloxy or halogen group; r_1 , r_2 , r_3 and r_4 are each an integer of 0 to 5; when r_1 , r_2 , r_3 and r_4 are each an integer of 2 or more, adjacent R_1 's may be bonded to each other to form a ring, and

so may be R_2 's, R_3 's and R_4 's; R_5 and R_6 are each an alkyl, alkoxy, amino or halogen group, and r_5 and r_6 are each an integer of 0 to 4, and

[Formula 2]

(2)

wherein, ϕ is phenylene group; R_{01} , R_{02} , R_{03} and R_{04} are each an alkyl, aryl, diarylaminoaryl group, or

[Formula 3]

(3)

wherein, R_{011} , R_{012} , R_{013} , R_{014} , R_{015} , R_{016} and R_{017} are each an aryl group; at least one of R_{01} to R_{04} is diarylaminoaryl group, or one of (a-1) to (a-3); r_{01} , r_{02} , r_{03} and r_{04} are each an integer of 0 to 5; $r_{01}+r_{02}+r_{03}+r_{04}$ is an integer of 1 or more; when r_{01} , r_{02} , r_{03} and r_{04} are each an integer of 2 or more, adjacent R_{01} 's may be bonded to each other to form a ring, and so may be R_{02} 's, R_{03} 's and R_{04} 's.

[Claim 17] The organic EL element according to Claim 15 or 16 which has the hole injecting and transferring layers, the hole injecting layer on said anode side containing the compound represented by the formula (2) and hole transferring layer on said light-emitting layer side containing the compound represented by the formula (1).

[Claim 18] The organic EL element according to one of

Claims 1 to 17 which has at least one light-emitting layer, in addition to said blue-emitting layer, emitting light of wavelength different from that of the light emitted by said blue-emitting layer.

[Claim 19] The organic EL element according to Claim 18, wherein said at least one light-emitting layer emitting light of wavelength different from that of the light emitted by said blue-emitting layer is a mixed layer of the hole injecting or transferring compound and electron injecting or transferring compound.

[Claim 20] The organic EL element according to Claim 19, wherein said mixed layer is doped with a dopant.

[Claim 21] The organic EL element according to one of Claims 18 to 20 which has 2 light-emitting layers.

[Claim 22] The organic EL element according to one of Claims 18 to 20 which has 3 light-emitting layers.

[Claim 23] The organic EL element according to Claim 21 or 22 which emits white color.

[Claim 24] The organic EL element according to one of Claims 1 to 23 which is combined with a color filter to modulate emitted light.

[Claim 25] The organic EL element according to Claim 24 which includes a pair of electrodes facing each other and at least one of which is transparent, wherein the organic layer containing said light-emitting layer is placed between the

electrodes, and said color filter is provided on the side of the transparent electrode of the pair of electrodes.

[Claim 26] The organic EL element according to Claim 24 which includes a pair of XY matrix type electrodes at least one of which is transparent, each being composed of two or more electrodes, intersecting with each other and being positioned to face each other, wherein the organic layer containing said light-emitting layer is placed between the electrodes intersecting with each other, each intersection forms the picture element, and said color filter is provided on the transparent electrode side of the picture element.

[Claim 27] The organic EL element according to Claim 26, wherein a black matrix is provided around said picture element and in the vicinity of the position at which said color filter is provided.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

[FIELD OF THE INVENTION]

This invention relates to an organic EL (electrical field luminescent) element.

[DESCRIPTION OF THE RELATED ART]

An organic EL element is a device to emit light, with a thin film containing a fluorescent organic compound placed between the cathode and anode, where the electrons and holes are injected into the thin film to be recombined with each other

to generate excitons, which emit light (fluorescence or phosphorescence) while being deactivated.

[0003]

An organic EL element can emit light of high luminance of around 100 to 100,000cd/m² from the surface at a low voltage of 10V or less. It can also emit light of widely varying colors from blue to red by selecting type of the fluorescent substance.

[0004]

An organic EL element has several disadvantages, e.g., short light-emitting life, and low storage durability and reliability, which result from the following causes.

(1) Physical changes of the organic compound

The interface becomes uneven, resulting from growth of the crystal domain or the like, which may cause the problems, e.g., deteriorated element capacity of injecting charges, short-circuit and insulation breakdown. Generation and growth of the grains, occurring especially when a low-molecular-weight compound having a molecular weight of 500 or less is used, notably deteriorates the film characteristics. The grains are also notably generated and grown, when the interfaces, e.g., that with ITO used for the anode, are roughened, to cause deteriorated light-emitting efficiency, current leakage, and eventually failure of the light-emitting capacity. It may also cause dark spots, which partially emit no light.

[0005]

(2) Oxidation and separation of the cathode

A metal of low work function, e.g., Na, K, Li, Mg, Ca or Al, is used for the cathode to facilitate injection of the electrons. These metals, however, react with moisture or oxygen in the air to cause separation of the cathode from the organic layer, preventing charges from being injected.

In particular, when the film of a high-molecular-weight compound is formed by spin coating, residual solvent, moisture and decomposed products left during the film-making step accelerate oxidation of the electrode, to cause separation of the electrode and generation of the dark spots.

[0006]

(3) Low light-emitting efficiency, and large exotherm

The organic compound is exposed to a high field strength, because electric current is passed through the compound, and invariably generates heat. The resultant heat may cause melting, crystallization and thermal decomposition of the organic compound, and hence deterioration and breakdown of the element.

[0007]

(4) Photochemical or electrochemical changes of the organic compound layer

The electric current passed through the organic compound may deteriorate the compound, causing defects, e.g., current and exciton trapping, and deterioration of the element, e.g., increased driving voltage and lowered luminance.

[0008]

The organic EL element can realize multi-color emission, as described above, and a laminate type white color emitting organic EL element is proposed as the one for multi-color emission (Yoshiharu Sato, Technical Reports of Shinshu University, OME-94-78 (1995-03)). The laminate is composed of the light-emitting layers of an oxazole complex of zinc for blue, tris(8-quinolinolate)aluminum for green and tris(8-quinolinolate) aluminum doped with a red fluorescent pigment (P-660, DCM1) for red.

[0009]

The inventors of the present invention have proposed the technique for multi-color emission with the aid of dopants (WO98/08360) in consideration of greatly limited material selection and freedom of controlling emitted light involved in the above element. More specifically, a mixed layer of tris(8-quinolinolate)aluminum and N,N,N',N'-tetrakis-(3-biphenyl-1-yl) benzidine is doped with rubrene or coumarin derivative. It can realize multi-color emission by changing the mixing ratio of the components and dopant species.

[0010]

However, the specifically disclosed colors emitted correspond to red to green, but not to blue.

[0011]

Therefore, stable production of blue color is in demand, but involves specific problems. It is necessary to select adequate materials, not only for the light-emitting ones but also for those combined therewith.

[0012]

[PROBLEMS THAT THE INVENTION IS TO SOLVE]

It is an object of the present invention to provide a highly reliable organic EL element capable of efficiently emitting blue color. It is another object of the present invention to provide an organic EL element which can cope with emission of multi-colors including blue, produce colors of high luminance, and is serviceable for extended periods. It is still another object of the present invention to provide an organic EL element which can be used for a multi-color emitting organic EL display with its excellent characteristics by being combined with a color filter.

[0013]

[MEANS FOR SOLVING THE PROBLEMS]

The above objects can be achieved by the inventions, described below.

(1) An organic EL element comprising a light-emitting layer, and hole and/or electron transferring layers adjacent to the light-emitting layer, wherein the light-emitting layer is composed of one or more layers including a blue-emitting layer which contains a hole injecting/transferring compound in the

hole transferring layer and/or electron injecting/transferring compound in the electron transferring layer as the host compound(s).

(2) The organic EL element according to the invention (1), wherein the host compound emits blue color.

(3) The organic EL element according to the invention (2), wherein the host compound is selected from phenyl anthracene derivatives.

(4) The organic EL element according to the invention (1), which contains a dopant by which it emits blue color.

(5) The organic EL element according to the invention (1), which has a hole and electron transferring layer, wherein the blue-emitting layer is a mixed layer of the hole injecting/transferring compound in the hole transferring layer and electron injecting/transferring compound in the electron transferring layer.

(6) The organic EL element according to the invention (5), wherein the blue-emitting layer is a mixed layer of a phenyl anthracene derivative and aromatic tertiary amine.

(7) The organic EL element according to the invention (5) or (6), wherein the hole injecting/transferring compound and electron injecting/transferring compound are contained each at a constant concentration in a mixed layer.

(8) The organic EL element according to the invention (5) or (6), wherein each of the hole injecting/transferring compound

and electron injecting/transferring compound has a concentration distribution in the film thickness direction, the hole injecting/transferring compound having a higher concentration on the hole transferring layer side and the electron injecting/transferring compound having a higher concentration on the electron transferring layer side.

(9) The organic EL element according to one of the inventions (5) to (8), wherein the mixed layer is doped with a dopant.

(10) The organic EL element according to one of the inventions (5) to (9), wherein the mixed layer as a whole emits blue color.

(11) The organic EL element according to one of the inventions (1) to (10), wherein the materials that constitute the cathode provided on the electron transferring layer side include at least one type of compound selected from the group consisting of a halide and oxide of an alkali metals.

(12) The organic EL element according to the invention (11), wherein the materials that constitute the cathode provided on the electron transferring layer side include at least one type of compound selected from the group consisting of halides of Rb and Cs.

(13) An organic EL element comprising a cathode, one or more light-emitting layers including a blue-emitting layer, hole transferring and/or injecting layers, and anode, wherein the materials that constitute the cathode include at least one type of compound selected from the group consisting of a halide and

oxide of an alkali metals.

(14) The organic EL element according to the invention (13), wherein the blue-emitting layer contains a phenyl anthracene derivative as the compound that emits blue color.

(15) The organic EL element according to the invention (13) or 14, wherein the hole transferring and/or injecting layers contain an aromatic tertiary amine.

(16) The organic EL element according to the invention (15), wherein the aromatic tertiary amine is selected from the group consisting of the compounds represented by the general formula (1) or (2):

[0014]

[Formula 4]

(1)

[0015]

wherein, R_1 , R_2 , R_3 and R_4 are each an aryl, alkyl, alkoxy, aryloxy or halogen group; r_1 , r_2 , r_3 and r_4 are each an integer of 0 to 5; when r_1 , r_2 , r_3 and r_4 are each an integer of 2 or more, R_1 's may be bonded to each other to form a ring, and so may be R_2 's, R_3 's and R_4 's; R_5 and R_6 are each an alkyl, alkoxy, amino or halogen group, and r_5 and r_6 are each an integer of 0 to 4, and

[0016]

[Formula 5]

(2)

[0017]

wherein, ϕ is phenylene group; R_{01} , R_{02} , R_{03} and R_{04} are each an alkyl, aryl, diarylaminoaryl group, or

[0018]

[Formula 6]

(a-1) (a-2) (a-3)

wherein, R_{011} , R_{012} , R_{013} , R_{014} , R_{015} , R_{016} and R_{017} are each an aryl group;

[0019]

at least one of R_{01} to R_{04} is diarylaminoaryl group, or one of (a-1) to (a-3); r_{01} , r_{02} , r_{03} and r_{04} are each an integer of 0 to 5; $r_{01}+r_{02}+r_{03}+r_{04}$ is an integer of 1 or more; when r_{01} , r_{02} , r_{03} and r_{04} are each an integer of 2 or more, adjacent R_{01} 's may be bonded to each other to form a ring, and so may be R_{02} 's, R_{03} 's and R_{04} 's.

(17) The organic EL element according to the invention (15) or (16) which has the hole injecting and transferring layers, the hole injecting layer on the anode side containing the compound represented by the formula (2) and hole transferring layer on the light-emitting layer side containing the compound represented by the formula (1).

(18) The organic EL element according to one of the inventions

(1) to (17) which has at least one light-emitting layer, in addition to the blue-emitting layer, emitting light of wavelength different from that of the light emitted by the blue-emitting layer.

(19) The organic EL element according to the invention (18), wherein the at least one light-emitting layer emitting light of wavelength different from that of the light emitted by the blue-emitting layer is a mixed layer of the hole injecting or transferring compound and electron injecting or transferring compound.

(20) The organic EL element according to the invention (19), wherein the mixed layer is doped with a dopant.

(21) The organic EL element according to one of the inventions (18) to (20) which has 2 light-emitting layers.

(22) The organic EL element according to one of the inventions (18) to (20) which has 3 light-emitting layers.

(23) The organic EL element according to the invention (21) or (22) which emits white color.

(24) The organic EL element according to one of the inventions (1) to (23) which is combined with a color filter to modulate emitted light.

(25) The organic EL element according to the invention (24) which includes a pair of electrodes facing each other and at least one of which is transparent, wherein the organic layer containing the light-emitting layer is placed between the

electrodes, and the color filter is provided on the side of the transparent electrode of the pair of electrodes.

(26) The organic EL element according to the invention (24) which includes a pair of XY matrix type electrodes at least one of which is transparent, each being composed of two or more electrodes, intersecting with each other and being positioned to face each other, wherein the organic layer containing the light-emitting layer is placed between the electrodes intersecting with each other, each intersection forms the picture element, and the color filter is provided on the transparent electrode side of the picture element.

(27) The organic EL element according to the invention (26), wherein a black matrix is provided around the picture element and in the vicinity of the position at which the color filter is provided.

[0020]

[DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS]

The present invention is described in more detail. The organic EL element of the present invention includes a blue-emitting layer which contains, as the host compound(s), a hole injecting/transferring compound and/or electron injecting/transferring compound in the hole transferring layer and/or electron transferring layer adjacent to the light-emitting layer, or includes a blue-emitting layer and uses a compound selected from the group consisting of a chloride

and oxide of an alkali metal as the material for the cathode. It preferably has both these structures with the blue-emitting layer preferably being of a mixed layer of the hole and electron injecting/transferring compounds. The present invention is described in still more detail.

[0021]

<Blue-emitting layer>

The organic EL element of the present invention includes a blue-emitting layer, wherein a phenylene anthracene derivative is the preferable compound for emitting blue color. The phenylene anthracene derivatives useful for the present invention are described in Japanese Patent Laid-open No. 12600/1996. Of these, those represented by the formula (A) are more preferable:

A_1-L-A_2 (A)

[0022]

wherein, A_1 and A_2 are each mono(ortho-substituted phenyl)anthryl or di(ortho-substituted phenyl)anthryl group, which may be the same or different; and L is a single bond or divalent coupling group.

[0023]

The mono(ortho-substituted phenyl)phenyl anthryl or di(ortho-substituted phenyl)phenyl anthryl group represented by A_1 , A_2 in the formula (A) has an aryl, aromatic heterocyclic or arylothenyl group at the 2- or 6-site of the phenyl group

(ortho-site with respect to the position at which it is bonded to the anthracene ring). It may have a substituent at a site other than the ortho-site. Examples of the substituent, when bonded, include alkyl, aryl, arylothenyl, alkoxy and amino group. They may be further substituted. These substituents are described later.

[0024]

The phenyl group is preferably bonded to the anthracene ring at the 9- or 10-site.

[0025]

L in the formula (A) is a single bond or divalent group, and the divalent bond is preferably an arylene group which may include an alkylene group or the like. These arylene groups are described later.

[0026]

Of the phenyl anthracene derivatives represented by the formula (A), those represented by the formula (A-1) or (A-2) are more preferable.

[0027]

[Formula 7]

(A-1)

[0028]

[Formula 8]

(A-2)

[0029]

In the formula (A-1), Ar₁ to Ar₄ are each hydrogen atom, or an aryl, aromatic heterocyclic or arylolethenyl group, at least one of Ar₁ and Ar₂, and at least one of Ar₃ and Ar₄ are an aryl, aromatic heterocyclic or arylolethenyl group; R₅₁ and R₅₂ are each an alkyl, aryl, arylolethenyl, alkoxy or amino group, which may be the same or different; p₁ and p₂ are each an integer of 0 to 3, when p₁ or p₂ is an integer of 2 or more, R₅₁'s or R₅₂'s may be the same or different; R₅₃ is an alkyl or aryl group; p₃ is an integer of 0 to 3, when p₃ is an integer of 2 or more, R₅₃'s may be the same or different; and L₁ is a single bond or arylene group, which may include an alkylene group, -O-, -S- or -NR- (R is an alkyl or aryl group).

[0030]

In the formula (A-2), Ar₅ and Ar₆ are each hydrogen atom, or an aryl, aromatic heterocyclic or arylolethenyl group, at least one of Ar₅ and Ar₆ is an aryl, aromatic heterocyclic or arylolethenyl group; R₅₄'s are each an alkyl, aryl, arylolethenyl, alkoxy or amino group, which may be the same or different; p₄ is an integer of 0 to 3, when p₄ is an integer of 2 or more, R₅₄'s may be the same or different; R₅₅ is an alkyl or aryl group; p₅ is an integer of 0 to 4, when p₅ is an integer of 2 or more, R₅₅'s may be the same or different; and L₂ is a single bond or arylene group, which may include an alkylene group, -O-, -S- or -NR- (R is

an alkyl or aryl group).

[0031]

The aryl groups represented by Ar₁ to Ar₄ or R₅₁ to R₅₃ preferably have 6 to 20 carbon atoms, and may have a substituent, e.g., phenyl or tolyl. More specifically, the substituent may be phenyl, o-, m- or p-tolyl, pyrenyl, naphthyl, anthryl, biphenyl, phenylanthryl, tolylanthryl, or the like.

[0032]

The preferable aromatic heterocyclic groups represented by Ar₁ to Ar₄ include furyl, benzofuryl, thienyl, bithienyl, benzothienyl, pyrrolyl, N-allylpyrrolyl, indolyl, pyridyl, bipyridyl, quinolyl, quinoxalyl, oxazole, benzoxazole, oxadiazole, thiazole, benzothiazole, thiadiazole and imidazole. Moreover, they may have a substituent, e.g., an aryl group of 42 or less carbon atoms, or alkyl, alkoxy, aryloxy, amino, cyano or nitro group of 12 or less carbon atoms. More specifically, the substituent may be phenyl, o-, m- or p-biphenyl, (1,2)naphthyl, methyl, ethyl, propyl, butyl, methoxy, ethoxy, phenoxy, or o-, m- or p-tolyl group.

[0033]

The preferable arylolethenyl groups represented by Ar₁ to Ar₄ or R₅₁ or R₅₂ include 2-phenylethenyl and 2,2-diphenylethenyl. They may have a substituent, e.g., an aryl, alkyl, alkoxy, aryloxy, amino, cyano or nitro group. More specifically, the substituent may be phenyl, o-, m- or p-biphenyl, (1,2)naphthyl,

methyl, ethyl, propyl, butyl, methoxy, ethoxy, phenoxy, or o-, m- or p-tolyl group.

[0034]

The alkyl groups represented by R_{51} to R_{53} may be of straight-chain or branched having 1 to 10 carbon atoms, preferably 1 to 4 carbon atoms, and may be substituted or not substituted. Still more preferably, they have 1 to 4 carbon atoms, and are not substituted. More specifically, they include methyl, ethyl, n- and i- propyl, and n-, i-, s- and t-butyl group.

[0035]

The alkoxy groups represented by R_{51} or R_{52} preferably has the alkyl group section of 1 to 6 carbon atoms. More specifically, they include methoxy and ethoxy group. The alkoxy group may be substituted.

[0036]

The amino group represented by R_{51} or R_{52} may be substituted or not substituted, the former being more preferable. The substituents useful for the present invention include an alkyl (e.g., methyl and ethyl) and aryl (e.g., phenyl) group, more specifically diethylamino, diphenylamino and di(m-tolyl)amino group.

[0037]

In the formula (A-1), p_1 and p_2 are each an integer of 0 to 3, particularly preferably 0 to 2. When p_1 and p_2 are each

an integer of 1 to 3, particularly 1 or 2, R_{51} and R_{52} are each preferably methyl or phenyl.

[0038]

In the formula (A-1), p_3 is each an integer of 0 to 3, particularly preferably 0 to 2. When p_3 is each an integer of 1 to 3, particularly 1 or 2, R_{53} are each preferably methyl or phenyl.

[0039]

In the formula (A-1), R_{51} to R_{53} may be the same or different. When there are two or more R_{51} 's, they may be the same or different, and so may be R_{52} 's and R_{53} 's.

[0040]

In the formula (A-1), L_1 is a single bond or arylene group. The arylene groups represented by L_1 are preferably not substituted, and specifically include not only the common arylene groups, e.g., phenylene, biphenylene and anthrylene, but also those with two or more arylene groups directly bonded to each other. L_1 is preferably a single bond, p-phenylene or 4,4'-biphenylene.

[0041]

The arylene group represented by L_1 include those with two or more arylene groups connected to each other via an alkylene group, -O-, -S- or -NR-, wherein R is an alkyl group, e.g., methyl or ethyl, or aryl group, e.g., phenyl, the latter being more preferable. The aryl groups include, in addition to phenyl,

A₁, A₂, and phenyl substituted with A₁ or A₂. The preferable alkylene groups include methylene and ethylene. These arylene groups are specifically described below:

[0042]

[Formula 9]

[0043]

Next, the formula (A-2) is described. In the formula (A-2), R₅₄ is the same as R₅₁ or R₅₂ in the formula (A-1), R₅₅ as R₅₃ in the formula (A-1), p₄ as p₁ or p₂ in the formula (A-1), and L₂ to L₁ in the formula (A-1). Their preferable examples are also similar.

[0044]

In the formula (A-2), p₅ is an integer of 0 to 4, particularly preferably 0 to 2. When p₅ is an integer of 1 to 3, particularly 1 or 2, each of R₅₅'s is preferably methyl or phenyl.

[0045]

In the formula (A-2), R₅₄ and R₅₅ may be the same or different. When there are two or more R₅₄'s, they may be the same or different, and so may be R₅₅'s.

[0046]

In the formula (A-1), at least one of Ar₁ and Ar₂, and at least one of Ar₃ and Ar₄ are preferably phenyl, biphenyl,

terphenyl, styryl, phenylstyryl, diphenylstyryl, thienyl, methylthienyl, phenylthienyl or phenylbithienyl. Moreover, at least one of Ar₁ and Ar₂, and at least one of Ar₃ and Ar₄ are preferably phenyl, biphenyl or terphenyl, and L₁ is preferably a single bond.

[0047]

In the formula (A-2), at least one of Ar₅ and Ar₆ is preferably phenyl, biphenyl, terphenyl, styryl, phenylstyryl, diphenylstyryl, thienyl, methylthienyl, phenylthienyl or phenylbithienyl. Moreover, at least one of Ar₅ and Ar₆ is preferably phenyl, biphenyl or terphenyl, and L₂ is preferably a single bond.

[0048]

The compounds represented by the formulae (A-1) and (A-2) are specifically described below, but the present invention is not limited by these compounds. These compounds are represented by a combination of formula and groups, where only substituents are described, when summarized by, e.g., R₃₂₋₃₇, and as -H when each of them is hydrogen atom.

[0049] [Formula 10] to [0078] [Formula 39]

[0079]

The methods of producing the phenyl anthracene derivatives useful for the present invention are described

elsewhere, e.g., Japanese Patent Laid-open No. 12600/1996.

[0080]

These compounds may be used either individually or in combination.

[0081]

The blue-emitting layer with a phenyl anthracene derivative as the blue-emitting compound is preferably 1 to 500nm thick, more preferably 10 to 200nm thick.

[0082]

The light-emitting layer may be doped with a dopant in such a way to keep the blue-emitting characteristics. The dopants useful for the present invention include styryl-based amine compounds or the like, disclosed by WO98/08360 and Japanese Patent Laid-open No. 239655/1996. These compounds are described in detail later. The dopant is preferably contained in the light-emitting layer at 0.1 to 20% by weight. Use of the dopant improves light-emitting efficiency and element stability.

[0083]

The blue-emitting layer may contain, as the host compound(s), a hole injecting/transferring compound and/or electron injecting/transferring compound in the hole transferring layer and electron transferring layer adjacent to the light-emitting layer, respectively. More specifically, a phenyl anthracene derivative for the electron transferring

layer may be used as the host compound. This compound, having the blue-emitting characteristics, can by itself emit blue color. However, when the host compound lacks such characteristics, it may be doped with a dopant to change its light-emitting characteristics in such a way that it can emit blue color. The styryl-based amine compound described above is one example of such a dopant.

[0084]

It is preferable to set the thickness ratio of the light-emitting layer to the electron or hole transferring layer containing the compound which serves as the host material at 1/100 to 100/1.

[0085]

The blue-emitting layer may be a mixed layer of hole injecting/transferring and electron injecting/transferring compounds, and such an embodiment is preferable. In particular, one of the hole injecting/transferring and electron injecting/transferring compounds is preferably the same as the one for the hole or electron transferring layer adjacent to the light-emitting layer. It is more preferable that the hole and electron transferring layers are provided adjacent to the light-emitting layer, and the hole injecting/transferring and electron injecting/transferring compounds for these layers are used for the mixed layer.

[0086]

More specifically, it is preferable to use the phenyl anthracene derivative in the electron transferring layer as the electron injecting/transferring compound, and the aromatic tertiary amine in the hole transferring layer as the hole injecting/transferring compound. The compound represented by the formula (A) is the preferable phenyl anthracene derivative, and the tetraaryl benzidine represented by the formula (1) is the preferable aromatic tertiary amine.

[0087]

[Formula 40]

(1)

[0088]

The formula (1) is described. R_1 to R_4 are each an aryl, alkyl, alkoxy, aryloxy or halogen group, and may be the same or different; r_1 to r_4 are each an integer of 0 to 5, when r_1 to r_4 are each an integer of 2 or more, adjacent R_1 's may be bonded to each other to form a ring, and so may be R_2 's, R_3 's and R_4 's; R_5 and R_6 are each an alkyl, alkoxy, amino or halogen group, and may be the same or different; and r_5 and r_6 are each an integer of 0 to 4.

[0089]

The aryl groups represented by R_1 to R_4 may be single- or poly-nuclear, including condensed and combined rings, preferably having a total carbon number of 6 to 20. They may

be substituted, and the preferable substituents include alkyl, alkoxy, aryl, aryloxy and amino groups, and halogen atom. More specifically, they include phenyl, o-, m- or p-tolyl, pyrenyl, perylenyl, coronenyl, naphthyl, anthryl, biphenyl, phenylanthryl and tolylanthryl groups, of which phenyl group is particularly preferable. It is also preferable that the aryl group, in particular phenyl group, is bonded to the 3-site (meta-site with respect to the site at which N is bonded) or 4-site (para-site with respect to the site at which N is bonded).

[0090]

The alkyl groups represented by R_1 to R_4 may be of straight-chain or branched, preferably having 1 to 10 carbon atoms. They may be substituted with a substituent similar to an aryl group, e.g., methyl, ethyl, n- or i- propyl, or n-, i-, s- or t-butyl group.

[0091]

The alkoxy groups represented by R_1 to R_4 preferably have 1 to 6 carbon atoms in the alkyl portion. More specifically, they include methoxy, ethoxy and t-butoxy. The alkoxy group may be substituted.

[0092]

The aryloxy groups represented by R_1 to R_4 include phenoxy, 4-methylphenoxy and 4-(t-butyl)phenoxy.

[0093]

The halogen groups represented by R_1 to R_4 include chlorine

and bromine atom.

[0094]

The preferred embodiments of the compounds represented by the formula (1) are those with at least one of r_1 to r_4 being an integer of 2 or more, where R_1 's are bonded to each other to form a ring (e.g., benzene ring), and so are R_2 's, R_3 's and R_4 's.

[0095]

Other preferred embodiments are those with at least one of R_1 to R_4 being an aryl group. In other words, r_1 to r_4 are not simultaneously zero, or $r_1 + r_2 + r_3 + r_4$ is an integer of 1 or more, which satisfies that at least one aryl group is present.

[0096]

When at least one of R_1 to R_4 is an aryl group, it is particularly preferable that 2 to 4 aryl groups are present as R_1 to R_4 in the molecule, and 2 to 4 of r_1 to r_4 are an integer of 1 or more. In particular, preferably a total of 2 to 4 aryl groups are present in the molecule, more preferably 2 to 4 of r_1 to r_4 are preferably an integer of 1, and still more preferably all of R_1 to R_4 are an integer of 1 and an aryl group. In other words, the four benzene rings in the molecule which may be substituted with R_1 to R_4 preferably have a total of 2 to 4 aryl groups, where the 2 to 4 aryl groups may be bonded to the same benzene ring or different benzene rings, more preferably the 2 to 4 aryl groups are bonded to the benzene rings which are

different from each other. Still more preferably, at least 2 aryl groups are bonded to the para-or meta-site with respect to the site at which N is bonded, where at least one of the aryl groups is preferably phenyl, i.e., the aryl group is bonded to the benzene ring at the 4- or 3-site with respect to N atom, to form the biphenyl group. In particular, 2 to 4 of the aryl groups preferably form 4- or 3-biphenyl groups. The 4- and 3-biphenyl groups may be present either individually or in combination. The specific preferable aryl groups other than phenyl include (1-,2-)naphthyl, (1-,2-,9-)anthryl, pyrenyl, perylenyl and coronenyl. They are preferably bonded to the para- or meta-site with respect to N atom, as is the case with phenyl group. Each of these may be present together with phenyl group.

[0097]

In the formula (1), the alkyl and alkoxy group and halogen atom represented by R_5 or R_6 may be the same as those represented by R_1 to R_4 .

[0098]

The amino groups represented by R_5 or R_6 may be substituted or not substituted, the former being more preferable. More specifically, the preferable ones include dimethylamino, diethylamino, diphenylamino, ditolylamino, dibiphenylamino, N-phenyl-N-tolylamino, N-phenyl-N-naphthylamino, N-phenyl-N-biphenylamino, N-phenyl-N-anthrylamino,

N-phenyl-N-pyrenylamino, dinaphthylamino, dianthrylamino and dipyrenylamino group.

[0099]

It is preferable that each of r_5 and r_6 is zero, and the biphenylene group with 2 arylamino groups bonded to each other is preferably not substituted.

[0100]

When r_1 to r_4 are each an integer of 2 or more, R_1 's may be the same or different, and so may be R_2 's to R_4 's. Similarly, when r_5 and r_6 are each an integer of 2 or more, R_5 's may be the same or different, and so may be R_6 's.

[0101]

Of these compounds, those represented by the following formula (1-1) are more preferable.

[0102]

[Formula 41]

(1-1)

[0103]

The formula (1-1) is described. A_{11} to A_{14} are each phenyl group or hydrogen atom bonded to the para-site (4-site) or meta-site (3-site) with respect to the site at which N is bonded. They may be the same or different. However, 2 or more of A_{11} to A_{14} are phenyl. Each phenyl group may be substituted, where the substituent may be the same as that for the aryl group

represented by R_1 to R_4 .

[0104]

R_7 to R_{10} are each an alkyl, alkoxy, aryl, aryloxy or halogen group, and may be the same or different. More specifically, they may be the same as those represented by R_1 to R_4 in the formula (1).

[0105]

r_7 to r_{10} are each an integer of 0 to 4, preferably 0.

[0106]

When r_7 to r_{10} are each an integer of 2 or more, R_7 's may be the same or different, and so may be R_8 's to R_{10} 's.

[0107]

R_5 and R_6 in the formula (1-1) are the same as those in the formula (1), and so are r_5 and r_6 , preferably $r_5 = r_6 = 0$.

[0108]

The compounds represented by the formula (1) are specifically described below, but the present invention is not limited by these compounds. These compounds are represented in the same manner as in the formulae (I) and (II), where R_1 to R_4 or the like are described by substituents, or H when all of them are H. These include N,N'-di(1-naphthyl)-N,N'-diphenylbenzidine, which was used in EXAMPLE.

[0109] [Formula 42] to [0114] [Formula 47]

[0115]

The tetraarylbenzidine derivatives represented by the formula (1) may be used either individually or in combination.

[0116]

The mixing ratio (by volume) of the electron injecting/transferring compound to hole injecting/transferring compound in the mixed layer is preferably 10/90 to 90/10, more preferably 20/80 to 80/20.

[0117]

When the phenyl anthracene derivative described earlier is used as the electron transferring compound in the mixed layer, it itself may serve as the blue-emitting compound. When the blue-emitting layer is composed of the phenyl anthracene derivative as the blue-emitting compound and tetraarylbenzidine derivative, the phenyl anthracene derivative/ tetraarylbenzidine derivative ratio (by volume) is preferably 95/5 to 30/70, more preferably 90/10 to 40/60.

[0118]

The above mixed layer may be doped with a dopant. Use of the dopant is preferable for improving light-emitting efficiency and element stability. The dopant is contained in the mixed layer at 0.1 to 20% by weight.

[0119]

The styryl-based amine compound is a preferable example

of the dopant. In particular, the compound represented by the formula (S) is preferable.

[0120]

(S)

[0121]

The formula (S) is described. R_{61} in the formula (S) is hydrogen or an aryl group. The aryl groups represented by R_{61} may be substituted, preferably having a total of 6 to 30 carbon atoms. Phenyl group is one example.

[0122]

R_{62} and R_{63} are each hydrogen, or an aryl or alkenyl group, and may be the same or different.

[0123]

The aryl groups represented by R_{62} or R_{63} may be substituted, particularly preferably having a total of 6 to 70 carbon atoms. More specifically, they include phenyl, naphthyl and anthryl, and the preferable substituents include arylamino (e.g., diphenylamino) and arylaminoaryl. These substituents are also preferably substituted with, e.g., styryl group (styryl, or phenyl, diphenylamino, naphthyl(phenyl)amino or diphenylaminophenyl). In this case, it is also preferable that the group has a structure with monovalent groups derived from the compounds represented by the formula (S) being bonded to each other directly or via a coupling group.

[0124]

The alkenyl groups represented by R_{62} or R_{63} may be substituted, preferably having a total of 2 to 50 carbon atoms. Vinyl group is one example. It preferably forms styryl group with vinyl group, and styryl group may be substituted with an arylaminoaryl group (e.g., diphenylaminophenyl group) or arylamino group (e.g., diphenylamino group). In this case, it is also preferable that the group has a structure with monovalent groups derived from the compounds represented by the formula (S) being bonded to each other directly or via a coupling group.

[0125]

R_{64} and R_{65} represent an arylamino or arylaminoaryl group, which may include styryl group (styryl group or further phenyl group as a substituent). In this case, it is also preferable that the group has a structure with monovalent groups derived from the compounds represented by the formula (S) being bonded to each other directly or via a coupling group, as is the case with the alkenyl groups described above.

[0126]

v_1 and v_2 are each an integer of 0 to 5. When v_1 is an integer of 2 or more, R_{64} 's may be bonded to each other to form a condensed ring, e.g., condensed benzene ring, and so may be R_{65} 's.

[0127]

R_{66} and R_{67} represent an alkyl or aryl group. The alkyl groups represented by R_{66} or R_{67} may be substituted, of straight-chain or branched, and preferably having a total of 1 to 6 carbon atoms. More specifically, they include methyl and ethyl. The aryl groups represented by R_{66} or R_{67} may be substituted, single- or poly-nuclear, and preferably having a total of 6 to 20 carbon atoms. More specifically, they include phenyl.

[0128]

v_3 and v_4 are each an integer of 0 to 4.

[0129]

v_5 is 0 or 1. Of the compounds represented by the formula (S), the more preferable ones have a structure in which v_5 is zero, and diphenyl amino group to which R_{64} and R_{65} may be bonded is at the para-site with vinyl group to which R_{61} , R_{62} and R_{63} are bonded in the phenylene group.

[0130]

The compounds represented by the following formula (S-1) or (S-2) are particularly preferable.

[0131]

[Formula 49]

(S-1)

(S-2)

[0132]

R_{61} , R_{62} , R_{64} , R_{65} , v_1 , and v_2 in the formula (S-1) are the same as the corresponding ones in the formula (S); n_1 is 0 or 1; and L_{61} is a bond or an arylene group. The preferable arylene groups include phenylene, biphenylene, naphthylene and anthraylene group, and a combination thereof is also preferable. They may be substituted.

[0133]

R_{61} to R_{63} , R_{65} and v_2 in the formula (S-2) are the same as the corresponding ones in the formula (S); n_2 is 0 or 1; and L_{62} is the same as L_{61} in the formula (S-1).

[0134]

The specific examples of the styryl-based amine compounds represented by the formula (S) are described below.

[0135]

[Formula 50]

[0136]

[Formula 51]

[0137]

These compounds may be used either individually or in combination.

[0138]

It is preferable to select the electron injecting/transferring and hole injecting/transferring

compounds for the mixed layer in such a way that they have almost the same product of charge mobility and charge density. More preferably, they satisfy the above conditions and have almost the same charge mobility. Charge mobility is preferably in a range of 1×10^{-1} to $1 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$, determined by the time of flight method. Selection of these compounds which have charge mobility levels close to each other brings about the advantages of (i) improved recombination probability of the carrier, which improves light-emitting efficiency, and (ii) reduced leakage of the carrier through the light-emitting layer, which reduces damages of the carrier transferring layer and extends light-emitting life of the element. Mixing the hole injecting/transferring and electron injecting/transferring compounds with each other brings the advantages, e.g., reduced charge mobility of the hole and electron, which improves the recombination probability.

[0139]

The electron injecting/transferring and hole injecting/transferring compounds may be mixed with each other for the mixed layer in such a way that each has a constant concentration in the layer, or to have a concentration distribution in the film thickness direction, the hole injecting/transferring compound concentration being higher on the hole transferring layer side and gradually decreasing towards the electron transferring layer, and so is vice versa

the electron injecting/transferring compound concentration being higher on the electron transferring layer side and gradually decreasing towards the hole transferring layer. It is preferable that around 95 to 50% by weight of the electron injecting/transferring compound is concentrated in the half of the mixed layer of inclined concentration on the electron transferring layer side, and so is vice versa for the hole injecting/transferring compound.

[0140]

The blue-emitting layer composed of the above mixed layer has the electrons and holes distributed throughout the light-emitting layer, and emits light not only from the vicinity of the interface between the layers but also from the mixed layer as a whole, because the recombination and light-emitting points are present throughout the mixed layer. This can be easily confirmed by fitting the spectral patterns of the observed emitted light with the spectral patterns obtained by simulating the optical interference between the reflected and direct light at the optical interface after supposing the light-emitting region. The layer which can emit light from its whole body brings advantages, e.g., stably emitting light of different wavelengths from the laminate, and extended service life of the light-emitting element.

[0141]

The maximum wavelength of light emitted from the

blue-emitting layer for the present invention is 400 to 500nm.

[0142]

The above-described mixed layer has a thickness of 1 to 500nm, preferably 20 to 200nm.

[0143]

<Other Emitted Light Colors>

The organic EL element of the present invention preferably includes, in addition to the blue-emitting layer, at least one layer emitting light of wavelength different from that of blue, to cope with the requirements of emitting multi-colors. Such a layer may emit red color (maximum wavelength of emitted light: 600 to 700nm) or green color (maximum wavelength of emitted light: 500 to 560nm).

[0144]

These light-emitting layers are preferably composed of the mixed layer which contains the same host compound as the blue-emitting layer and is doped with a dopant to emit light other than blue, because this extends the recombination region and provides the favorable conditions for generating excitons.

[0145]

One of the preferred embodiments of the mixed layer contains a mixture of the above-described phenyl anthracene derivative and tetraarylbenzidine doped with a naphthacene derivative. For example, when rebrene is used as the naphthacene derivative, the mixed layer can emit red color

(maximum wavelength of emitted light: 540 to 600nm). Addition of the naphthacene derivative is preferable for extending service life of the element. A pentacene derivative also brings the similar advantage. These compounds are described in, e.g., Japanese Patent Laid-Open No. 311442/1996, WO98/08360 and Japanese Patent Application No. 137505/1998.

[0146]

The preferable naphthacene compounds are those represented by the formula (N):

[0147]

[Formula 52]

(N)

[0148]

wherein, R_a , R_b , R_c and R_d are each an alkyl, aryl, amino, heterocyclic or alkenyl group, which may be substituted or not substituted, of which an aryl, amino, heterocyclic and alkenyl are more preferable.

[0149]

The aryl groups represented by R_a , R_b , R_c or R_d may be single- or poly-nuclear, including condensed and combined rings, preferably having a total carbon number of 6 to 30. They may be substituted.

[0150]

More specifically, the preferable aryl groups represented

by R_a , R_b , R_c or R_d include phenyl, o-, m- or p-tolyl, pyrenyl, perylenyl, coronenyl, (1-,2-)naphthyl, anthryl, o-, m- or p-biphenyl, terphenyl and phenylanthryl.

[0151]

The amino groups represented by R_a , R_b , R_c or R_d include alkyl amino, aryl amino and aralkyl amino. They preferably have an aliphatic ring having a total of 1 to 6 carbon atoms and/or aromatic ring having a total of 1 to 4 carbon atoms. More specifically, they include dimethylamino, diethylamino, dibutylamino, diphenylamino, ditolylamino, bisdiphenylamino and bisnaphthylamino.

[0152]

The heterocyclic groups represented by R_a , R_b , R_c or R_d include 5- and 6-membered aromatic heterocyclic groups with O, N or S as the heteroatom, and condensed polynuclear heterocyclic groups of 2 to 20 carbon atoms. More specifically, the aromatic heterocyclic and condensed polynuclear heterocyclic groups include thienyl, furyl, pyrrolyl, pyridyl, quinolyl, quinoxalyl.

[0153]

The preferable alkenyl groups represented by R_a , R_b , R_c or R_d include (1- and 2-)phenylalkenyl, (1,2- and 2,2-)diphenylalkenyl and (1,2,2-)triphenylalkenyl, which have at least one phenyl group as the substituent.

However, they may not be substituted.

[0154]

When each of R_a , R_b , R_c and R_d has a substituent(s), at least 2 of them are preferably aryl, amino, heterocyclic, alkenyl or aryloxy. The aryl, amino, heterocyclic and alkenyl groups are similar to those for R_a , R_b , R_c and R_d .

[0155]

The aryloxy group for these substituents preferably has an aryl group of 6 to 18 carbon atoms. These include (o-, m- and p-)phenoxy.

[0156]

Two or more of these substituents may form a condensed ring. Moreover, these substituents may be further substituted, where the preferable substituents are similar to those described above.

[0157]

When each of R_a , R_b , R_c and R_d has a substituent(s), at least 2 of them are preferably substituted at a position not limited. In other words, they may be substituted at meta, para or ortho site. R_a and R_d are preferably the same, although may not be the same, and so are R_b and R_c .

[0158]

R_e , R_f , R_g and R_h are each hydrogen atom, or alkyl, aryl, amino or alkenyl which may be substituted.

[0158]

The alkyl groups represented by R_e , R_f , R_g or R_h preferably

have 1 to 6 carbon atoms, and may be of straight-chain or branched. The preferable alkyl groups include methyl, ethyl, (n- or i-)propyl, (n-, i-, sec- or tert-)butyl and (n-, i-, neo- or tert-)pentyl.

[0160]

The aryl, amino and alkenyl groups represented by R_e , R_f , R_g or R_h are similar to those for R_a , R_b , R_c and R_d . R_e and R_f are preferably the same, although may not be the same, and so are R_g and R_h .

[0161]

The specific examples of the naphthacene derivatives are described below. These examples are described by the combinations shown in the formula (N).

[0162] [Formula 53] to [0165] [Formula 56]

[0166]

These compounds may be used either individually or in combination.

[0167]

The naphthacene derivative is contained in the mixed layer preferably at 0.1 to 20% by weight.

[0168]

The phenyl anthracene derivative/tetraarylbenzidine ratio in the mixed layer is preferably 90/10 to 10/90 by volume. The mixed layer is preferably 1 to 500nm thick, more preferably 10 to 200nm.

[0169]

The present invention may be structured to have 2 or 3 light-emitting layers, including the blue-emitting layer, to emit white-colored light.

[0170]

<Hole transferring and/or injecting layers>

The present invention is preferably provided with the hole transferring and/or injecting layers, as partly described earlier. The hole transferring and/or injecting layers (sometimes referred to as the hole injecting/transferring layer) is preferably provided, even in the case of an embodiment in which the hole transferring/injecting compound is not serving as the host material of the light-emitting layer in the element provided with the hole transferring layer. The hole injecting/transferring compound is preferably an aromatic tertiary amine. The preferable amines include the tetraarylbenzidine derivative represented by the formula (1) and triphenylamine derivative represented by the formula (2). The formula (1) is described earlier. The formula (2) is described below.

[0171]

[Formula 57]

(2)

[0172]

wherein, two ϕ are phenylene groups, and the biphenylene groups

represented by $\phi-\phi$ include 4,4'-biphenylene, 3,3'-biphenylene, 3,4'-biphenylene, 2,2'-biphenylene, 2,3'-biphenylene and 2,4'-biphenylene, of which 4,4'-biphenylene is more preferable.

[0173]

R_{01} , R_{02} , R_{03} and R_{04} are each an alkyl, aryl or diarylaminoaryl group,

[0174]

[Formula 58]

(a-1), (a-2) or (a-3)

wherein, R_{011} , R_{012} , R_{013} , R_{014} , R_{015} , R_{016} and R_{017} are each an aryl group;

[0175]

and may be the same or different. However, at least one of R_{01} to R_{04} is diarylaminoaryl group, or one of (a-1) to (a-3). The aryl group represented by R_{011} , R_{012} , R_{013} , R_{014} , R_{015} , R_{016} or R_{017} may be substituted or not substituted.

[0176]

The alkyl groups represented by R_{01} , R_{02} , R_{03} or R_{04} are may be substituted, and of straight-chain or branched, preferably having 1 to 20 carbon atoms. More specifically, they include methyl and ethyl.

[0177]

The aryl groups represented by R_{01} , R_{02} , R_{03} , R_{04} , R_{011} , R_{012} , R_{013} , R_{014} , R_{015} , R_{016} or R_{017} may be single- or poly-nuclear,

preferably having a total carbon number of 6 to 20. More specifically, they include phenyl, naphthyl, anthryl, phenylanthryl, pyrenyl, perylenyl, and o-, m- or p-biphenyl. These aryl groups may be substituted, and the substituents include alkyl, aryl and alkoxy which are substituted or not substituted, aryloxy and $-N(R_{021})R_{022}$ of 1 to 6 carbon atoms, wherein R_{021} and R_{022} are each an aryl group which is substituted or not substituted.

[0178]

The aryl groups represented by R_{021} or R_{022} may be single- or poly-nuclear, preferably having a total carbon number of 6 to 20. More specifically, they include phenyl, naphthyl, anthryl, phenylanthryl, pyrenyl, perylenyl, and o-, m- or p-biphenyl, of which phenyl is more preferable. These aryl groups may be substituted, and the substituents include alkyl and aryl which is substituted or not substituted of 1 to 6 carbon atoms. The preferable alkyl group is methyl, and preferable aryl group is phenyl.

[0179]

The diarylaminoaryl groups represented by R_{01} , R_{02} , R_{03} or R_{04} include diarylaminoaryl, and the diarylamino group in the diarylaminoaryl group is preferably bonded at the meta-site (3-site) or para-site (4-site) with respect to the structure represented by the formula (2). The phenyl group may be substituted, but preferably only with diarylamino group.

[0180]

The aryl group in the diarylamino group may be single- or poly-nuclear, preferably having a total carbon number of 6 to 20. More specifically, they include phenyl, naphthyl, anthryl, phenylanthryl, pyrenyl, perylenyl, and o-, m- or p-biphenyl, of which phenyl is more preferable. These aryl groups may be substituted, and the substituents include alkyl and aryl which is substituted or not substituted of 1 to 6 carbon atoms. The preferable alkyl group is methyl, and preferable aryl group is phenyl. The preferable substituents for the aryl group include those described above except the diarylaminoaryl groups represented by R_{01} to R_{04} in the formula (2). When there are 2 or more substituents, they may be the same or different. The substituent is preferably bonded to the meta- or para-site with respect to the site at which N is bonded.

[0181]

In the formula (2), r_{01} , r_{02} , r_{03} and r_{04} are each an integer of 0 to 5, preferably 0 to 2, more preferably 0 or 1. Moreover, $r_{01}+r_{02}+r_{03}+r_{04}$ is 1 or more, preferably 1 to 4, more preferably 2 to 4. R_{01} , R_{02} , R_{03} or R_{04} is bonded to the meta- or para-site with respect to the site at which N is bonded. R_{01} , R_{02} , R_{03} and R_{04} may be bonded totally to the meta- or para-site, or some may be bonded to the meta-site and others to the para-site. When r_{01} , r_{02} , r_{03} or r_{04} is each an integer of 2 or more, R_{01} 's may be the same or different and the adjacent ones may be bonded

to each other to form a ring, and so may be R_{02} 's, R_{03} 's and R_{04} 's. The ring may be aromatic, e.g., benzene ring, or aliphatic, e.g., cyclohexane ring.

[0182]

Described below are some of the preferable compounds represented by the formula (2), although not limited thereto.

[0183]

[Formula 59]

[0184]

[Formula 60]

[0185]

They may be used either individually or in combination.

[0186]

When the hole transferring and injecting layers are provided in this order from the light-emitting layer, it is preferable to use the compound represented by the formula (1) for the former, and the one represented by the formula (2) for the latter. This combination of the compounds improves the function of blocking the electrons. In any case, it is preferable that the hole transferring layer has the benzydine structure and an aromatic tertiary amine lacking the phenylenediamine structure, and the hole injecting layer has an aromatic tertiary amine with the phenylenediamine structure.

[0187]

The hole injecting layer is 1 to 1000nm thick, preferably 1 to 100nm thick, and the hole transferring layer is 1 to 200nm thick, preferably 5 to 100nm thick. When only one layer having the hole injecting and transferring functions is provided, it is 1 to 1000nm thick, preferably 10 to 500nm thick.

[0188]

<Electron transferring and/or injecting layers>

The present invention is preferably provided with the electron transferring and/or injecting layers, as partly described earlier. The electron transferring and/or injecting layers (sometimes referred to as the electron injecting/transferring layer) is preferably provided, even in the case of an embodiment in which the electron transferring/injecting compound is not serving as the host material of the light-emitting layer in the element provided with the electron transferring layer. The examples of the electron injecting/transferring compounds include, in addition to the phenylanthracene derivatives described earlier, organometallic complexes with 8-quinolinol or its derivative (e.g., tris(8-quinolinolate)aluminum (AlQ3)) as the ligand, e.g., the quinoline, oxadiazole, perylene, pyridine, pyrimidine, quinoxaline, diphenylquinone and nitro-substituted fluorine derivatives.

[0189]

It is particularly preferable to use the diphenylanthracene derivative represented by the formula (A) and an aluminum complex with 8-quinolinol or its derivative (e.g., tris(8-quinolinolate)aluminum (AlQ_3)) as the ligand, the former for the electron transferring layer on the light-emitting layer side and the latter for the electron injecting layer on the cathode side. The aluminum complexes with 8-quinolinol or its derivative as the ligand are described in WO98/08360.

[0190]

The electron injecting layer is 1 to 1000nm thick, preferably 1 to 100nm thick, and the electron transferring layer is 1 to 500nm thick, preferably 1 to 100nm thick. When only one layer having the electron injecting and transferring functions is provided, it is 1 to 1000nm thick, preferably 1 to 100nm thick.

[0191]

<Cathode>

The preferable cathode materials for the present invention include halides and oxides of alkali metals, e.g., Li, Na, K, Rb and Cs). More specifically, they include the halides, e.g., lithium fluoride (LiF), lithium chloride (LiCl), lithium bromide (LiBr), lithium iodide (LiI), sodium fluoride (NaF), sodium chloride (NaCl), sodium bromide (NaBr), sodium iodide (NaI), rubidium fluoride (RbF), rubidium chloride (RbCl),

rubidium bromide (RbBr), rubidium iodide (RbI), cesium fluoride (CsF), cesium chloride (CsCl), cesium bromide (CsBr), cesium iodide (CsI); and oxides, e.g., lithium oxide (Li_2O) and sodium oxide (Na_2O), of which halides of Rb and Cs are more preferable, and in particular chlorides and iodides are still more preferable.

[0192]

The halide or oxide of an alkali metal as the undercoat may be coated with a material of low work function (e.g., Li, Na, K, Mg, Al, Ag, In, or an alloy containing one or more of these metals), to form the laminate. The cathode is preferably composed of fine grains, and more preferably of amorphous grains. The cathode preferably has a total thickness of 10 to 1000 nm. The undercoat layer, when provided, is around 0.1 to 1 nm thick.

[0193]

Use of a halide or oxide of an alkali metal as the material for the cathode is particularly useful for the element having a blue-emitting layer, because it can help the element stably emit blue color. The host of a blue-emitting system has a larger energy gap than that of a green-emitting device, and hence needs electron and hole injecting capacities of higher efficiency. The conventional cathode of MgAg is insufficient in electron injecting efficiency, and an alkali metal is a desirable substitute to improve the efficiency, because of its lower work function. It keeps its work function unchanged even when

transformed into the halide or oxide, and can be returned back to the metallic state by reduction or the like when placed in an electric field. Therefore, it is an optimum electron injecting material which can be easily handled. It also works to improve adhesion between the organic film and electrode.

[0194]

Use of a halide or oxide of an alkali metal for the cathode is essential particularly for the embodiment in which the blue-emitting layer contains no electron or hole injecting/transferring compound as the host material, which is contained in the electron or hole transfer layer as the adjacent layer.

[0195]

The organic layer at the interface with the cathode may be doped with a metal, e.g., Li.

[0196]

Coating the electrode with Al- or F-based compound by evaporation or sputtering in the final stage of the production process improves its sealing effect.

[0197]

In an embodiment in which tris(8-quinolinolate)aluminum (AlQ3) or the like is used for the electron injecting and/or transferring layers and cathode is formed by sputtering, a 0.1 to 20nm thick layer of a naphthacene derivative (described earlier), e.g., rubrene, may be formed between the electron

injecting or transferring layer and cathode, to prevent damages of the electron injecting or transferring layer by sputtering.

[0198]

<Anode>

For an organic EL element to emit light from the whole surface, at least one of its electrodes must be transparent or semi-transparent. This limits the materials for the cathode. It is therefore preferable to determine the anode material and thickness in such a way to keep transmittance of emitted light preferably at 80% or more. More specifically, the anode is preferably of ITO (tin-doped indium oxide), IZO (zinc-doped indium oxide), SnO_2 , Ni, Au, Pt, Pd or dopant-containing polypyrrole, of which ITO or IZO is particularly preferable. ITO generally contains In_2O_3 and SnO in the stoichiometric ratio, but the oxygen content may be slightly deviated from the stoichiometric level. IZO generally contains In_2O_3 and ZnO in the stoichiometric ratio, but the oxygen content may be slightly deviated from the stoichiometric level. In ITO, the $\text{SnO}_2/\text{In}_2\text{O}_3$ ratio is 1 to 20% by weight, preferably 5 to 12%. In IZO, the $\text{ZnO}/\text{In}_2\text{O}_3$ ratio is normally around 12 to 32% by weight. The anode is preferably 10 to 500nm thick. Reliability of the element increases as the driving voltage decreases. It is preferably 10 to $30\Omega/\square$ or $10\Omega/\square$ or less (normally 0.1 to $10\Omega/\square$) for ITO.

[0199]

For a large-size device, e.g., display, an Al wiring system may be adopted to compensate for increased resistance of ITO.

[0200]

<Substrate materials>

The substrate materials are not limited. However, they are transparent or semi-transparent, e.g., glass or resin, to fetch emitted light from the substrate side. A color filter film, fluorescence conversion filter film or dielectric reflection film may be used for the substrate. Moreover, the substrate itself may be colored to control emitted light color.

[0201]

The color filter for liquid crystal display or the like may be used for the present invention. It is recommended to optimize fetching efficiency and color purity by tuning up the characteristics of the color filter specifically for light emitted from the organic EL element.

[0202]

The element will have improved resistance to light and display contrast, when provided with the color filter capable of cutting external light of short wavelength which the EL element material or fluorescent conversion layer may absorb.

[0203]

The color filter may be replaced by a thin optical film, e.g., dielectric multi-layered film.

[0204]

The fluorescent conversion filter film converts color of light emitted from an EL device by absorbing the color and emitting it from the fluorescent material in the film. It is composed of three components of binder, fluorescent material and light-absorbing material.

[0205]

The fluorescent material basically should have a high fluorescence quantum yield, and preferably has a strong absorption in the wavelength region of EL-emitted light. In practice, the laser colors are suitable. The useful compounds include those based on rhodamine, perylene, cyanine, phthalocyanine (including sub-phthalocyanine), naphthaloimide, hydrocarbons with condensed rings, condensed heterocyclic compounds, styryl and coumarin.

[0206]

The binder is basically selected from the materials which prevent extinction of fluorescence. They are preferably formed into fine patterns by photolithography, printing or the like. They are also preferably prevented from being damaged while the ITO film is being produced.

[0207]

The light-absorbing material is used when the fluorescent material is insufficient in light-absorbing capacity. It is selected from the materials which prevent extinction of fluorescence by the fluorescent material.

[0208]

<Modulation of emitted light by color filter>

Use of a color filter allows to modulate light emitted from the organic EL element of the present invention, and thereby easily provides the multi-color emitting organic EL display (multi-color emitting organic EL element).

[0209]

When the organic EL element is applied to the above device, it is preferable that the element including the light-emitting layer is placed between electrodes facing each other, and that at least one of the electrodes is transparent. It is necessary for at least one of the electrodes to be transparent for the element which includes a color filter. When the element emits light from the transparent electrode side, the color filter is provided on that side.

[0210]

The organic layer means the layer which contains an organic compound, and the organic compounds useful for the organic layer include metallic complexes with an organic compound as the ligand, and organometallic compounds.

[0211]

The above device may have a segment type or dot matrix type display, or both.

[0212]

A dot matrix type display has a pair of XY matrix type

electrodes, each being composed of two or more electrodes intersecting with each other and being positioned to face each other, where an organic layer is placed between the electrodes intersecting with each other to form the picture element. The color filter is preferably provided on the transparent electrode side of the picture element. Moreover, it is preferable to provide a black matrix around the picture element and in the vicinity of the position at which the color filter is provided (normally between the color filters). The black matrix can prevent leakage of light between the color filters, and thereby enhance visibility of emitted multi-colors.

[0213]

The picture element means the region of image-displaying arrays which is excited independently from another region to emit light.

[0214]

The two or more electrodes described above are normally stripe-shaped, and a pair of the electrodes are arranged in such a way to intersect each other at an almost right angle. The stripe-shaped electrodes are arranged normally by forming one electrode first and then the other. At the same time, the dot matrix type displaying section is frequently formed using an interlayer insulation film. Therefore, the stripe-shaped electrodes formed afterward may not be arranged almost on the same plane, or one stripe in the same direction may not form

a continuous film, which, however, is acceptable so long as there is a section where the electrodes intersect each other at an almost right angle.

[0215]

The dot matrix type displaying section may be formed by, e.g., the following method. A transparent substrate (e.g., of glass) is coated with a given color filter layer, and then with a 1 μ m to 5mm thick overcoat layer of transparent resin (e.g., arylilic or polyimide resin) on the color filter layer surface on which the transparent electrode(s) is (are) to be formed, preferably to improve flatness of the surface. The overcoat layer also works as the protective layer for the color filter. The overcoat layer is patterned to form the transparent electrode(s) thereon. A transparent, electrically insulating inorganic oxide layer may be provided as the passivation film between the transparent electrode(s) and overcoat layer.

[0216]

The plane having the patterned transparent electrode layer is provided with a 10nm to 100 μ m thick interlayer insulation film to cover the plane except for the electrode layer. The insulation film may be of an inorganic compound (e.g., SiO₂ or SiN_x) or resin (e.g., polyimide, acrylic or epoxy resin).

[0217]

Moreover, the plane may be provided with a spacer, in

addition to the insulation film, on the insulation layer, and further with an overhung body wider than the spacer on the spacer, to divide the element (Japanese Patent Laid-open No. 330792/1997).

[0218]

Then, the organic layer which contains the light-emitting layer in the organic EL element is formed, and the counter electrode is provided in such a way to intersect the transparent electrode. This provides the intersection of the electrode pair with the function of emitting light. It is preferable to leave the insulation layer after the element is formed, because it works to avoid useless light emission in an area unseen from the substrate surface. When the black matrix is used, its layer may be provided between the color filter layers.

[0219]

<Color filter and black matrix>

i) Color filter

The color filters useful for the present invention include the solid of the following pigment or the pigment dissolved or dispersed in a binder resin.

[0220]

The following pigments are useful for the present invention. Red (R) pigments: those based on perylene, rake, azo, quinacridon, anthraquinone, anthracene, isoindoline and isoindolynone. They may be used either individually or in

combination.

[0221]

Green (G) pigments: those based on phthalocyanine and copper phthalocyanine substituted with 2 or more halogen atoms, triphenylmethane, isoindoline and isoindolynone. They may be used either individually or in combination.

[0222]

Blue (B) pigments: those based on copper phthalocyanine, indanthrone, indophenol, cyanine and dioxadine. They may be used either individually or in combination.

[0223]

On the other hand, the binder resin is preferably transparent (transmitting at least 50% of visible light). The transparent resins (high-molecular-weight compounds) useful for the present invention include polymethyl methacrylate, polyacrylate, polycarbonate, polyvinyl alcohol, polyvinyl pyrrolidone, hydroxyethyl cellulose and carboxymethyl cellulose.

[0224]

A photosensitive resin to which photolithography is applicable may be selected, in order to two-dimensionally arrange the divided color filter. These resins include light-curable resist materials having a reactive vinyl group, e.g., those based on acrylic acid, methacrylic acid, polyvinyl cinnamate and cyclic rubber. When the printing method is used,

a printing ink (medium) comprising a transparent resin may be selected. These transparent resins include compositions of monomer, oligomer or polymer for polyvinyl chloride, melamine, phenol, alkyd, epoxy, polyurethane, polyester, maleate and polyamide resins; polymethyl methacrylate, polyacrylate, polycarbonate, polyvinyl alcohol, polyvinyl pyrrolidone, hydroxyethyl cellulose and carboxymethyl cellulose.

[0225]

When the color filter is mainly composed of a pigment, the film is generally prepared by vacuum evaporation or sputtering via the mask with a desired color filter pattern. When the color filter is composed of a pigment and binder resin, on the other hand, the fluorescent pigment is generally mixed with, or dispersed or dissolved in, the resin and resist, and the resultant coating solution is spread by spin coating, roll coating, casting or the like to form the film, which is provided with a desired color filter pattern by photolithography, printing or the like, and then cured under heating.

[0226]

The color filters prepared by the above methods preferably have film thickness and transmittance in the following ranges: film thickness: 0.5 to 20 μ m and transmittance: 50% or more (610nm) for the R pigment; film thickness: 0.5 to 20 μ m and transmittance: 50% or more (545nm) for the G pigment; and film thickness: 0.2 to 20 μ m and transmittance: 50% or more (460nm)

for the B pigment.

[0227]

When the color filter is composed of the pigment and binder, in particular, the pigment concentration is set within the limits in which the color filter can be patterned without any difficulty and sufficiently transmit light emitted from the organic EL element. The pigment is contained in the color filter containing the binder at 5 to 50% by weight, although the adequate content varies depending on pigment type.

[0228]

ii) Black matrix

The black matrixes useful for the present invention include the following thin films of metals and metal oxides, and black pigments. More specifically, thin films of metals and metal oxides useful for the present invention include those of chromium (Cr), nickel (Ni), copper (Cu) and the oxides thereof. The mixture of the above metal or its oxide preferably has an optical concentration of 3.0 or more (film thickness: 10 to 30nm (100 to 3000Å)).

[0229]

The concrete examples of the black pigments include carbon, titanium and aniline black, a pigment mixed with the color filter pigment to be blackened, and solidified pigment after being dissolved or dispersed in the binder resin as is the case with the one for the color filter.

[0230]

The thin film of metal or its oxide is formed by sputtering, evaporation, CVD or the like on the entire surface of the insulating substrate or at least on the entire surface of the display section by masking, and patterned by photolithography to form the black matrix pattern.

[0231]

When the black pigment is used, the black matrix can be formed by patterning in the manner similar to that for the color filter.

[0232]

<Protective layer (transparent, flat film)>

The protective layer (transparent, flat film), which may be provided as required for the present invention, is used to protect the color filter (including the black matrix) from being physically damaged, or deteriorated by the external environmental factors (e.g., water, oxygen or light). The material therefor is preferably transparent (transmitting 50% or more of visible light).

[0233]

More specifically, the resins useful for the present invention include light-curable and/or thermosetting resins, e.g., acrylate- and methacrylate-based resin having a reactive vinyl group. They also include monomers, oligomers or polymers for the transparent resins, e.g., melamine, phenol, alkyd, epoxy,

polyurethane, polyester, maleate, and polyamide resins; and transparent resins, e.g., polymethyl methacrylate, polyacrylate, polycarbonate, polyvinyl alcohol, polyvinyl pyrrolidone, polyimide, hydroxyethyl cellulose and carboxymethyl cellulose. The protective layer may be incorporated with an ultraviolet absorber to enhance resistance of the color filter and organic EL element to light.

[0234]

The protective layer is formed by spin coating, roll coating, casting or the like, when the above material is liquid. The resulting film is irradiated with light and cured under heating when the film material is a light-curable resin, or directly cured under heating when it is a thermosetting resin. When the layer is film-shaped, it may be stuck to the color filter by an adhesive agent.

[0235]

The protective layer is not limited in thickness, because visual field angle is little affected by the thickness. However, it may decrease light transmittance, when excessively thick. Therefore, thickness can be selected normally from a range of $1\mu\text{m}$ to 5nm .

[0236]

<Transparent, electrically insulating inorganic oxide layer>

The transparent, electrically insulating inorganic oxide layer for the present invention may be formed on the color filter

or protective layer by, e.g., evaporation, sputtering, dipping or the like. The layer may be composed of a single layer or 2 or more layers. When it is composed of 2 layers, the upper inorganic oxide layer controls elution of the inorganic ion from the lower inorganic oxide layer (e.g., of soda soda-lime glass), thereby protecting the organic EL element from the eluted ion.

[0237]

The materials useful for the inorganic oxide layer include silicon oxide (SiO_2), aluminum oxide (Al_2O_3), titanium oxide (TiO_2), yttrium oxide (Y_2O_3), germanium oxide (GeO_2), zinc oxide (ZnO), magnesium oxide (MgO), calcium oxide (CaO), boron oxide (B_2O_3), strontium oxide (SrO), barium oxide (BaO), lead oxide (PbO), zirconia (ZrO_2), sodium oxide (Na_2O), lithium oxide (Li_2O) and potassium oxide (K_2O), of which silicon oxide, aluminum oxide and titanium oxide are more preferable, because their layers (films) are highly transparent, formed into a film at a relatively low temperature (250°C or lower), and little harmful to the color filter or protective layer.

[0238]

The transparent, electrically insulating inorganic oxide layer is more preferably of glass plate, or glass plate coated with a film of at least one compound selected from the group consisting of the above-described oxides, e.g., silicon oxide, aluminum oxide and titanium oxide, on at least one side of the

transparent, electrically insulating glass plate, because it can be handled at low temperature (150°C or lower) required only to stick it to the color filter or protective layer while causing any damage on the color filter or protective layer. A glass plate can very efficiently cut off gases which may cause deterioration of the element, in particular steam, oxygen, monomer or the like.

[0239]

The glass plate compositions given in Tables 1 and 2 can be cited as the examples. In particular, those which can be cited include soda-lime glass, glass containing barium or strontium, lead glass, aluminosilicate glass, borosilicate glass and barium borosilicate glass. The electrically insulating inorganic oxide layer is compositionally not limited, so long as it is mainly composed of an inorganic oxide. It may contain a nitride (e.g., Si_3N_4).

[0240]

Thickness of the transparent, electrically insulating inorganic oxide layer is not limited, so long as it has no adverse effect on the organic EL element for emitting light. However, it is preferably 0.01 μm or more but 200 μm or less. The glass plate, or glass plate coated with a film of at least one compound selected from the group consisting of the above-described oxides, e.g., silicon oxide, aluminum oxide and titanium oxide, on at least one side of the transparent, electrically insulating glass

plate preferably has a thickness of $1\mu\text{m}$ or more but $200\mu\text{m}$ or less, viewed from its precision and strength. The inorganic oxide layer nears the monolayer of the inorganic oxide particles as its thickness decreases, having difficulties in cutting off gases which may cause deterioration of the element, e.g., steam, oxygen, monomer or the like discharged from the color filter or protective layer. As its thickness increases, on the other hand, light emitted from the organic EL element may leak out of the gap with the color filter, narrowing visual field angle of the multi-colored emitted light and possibly deteriorating practicality of the multi-color emitting device, although the critical thickness depends on fineness of the color filter.

[0241]

[Table 1]

Glass composition systems	
1) $R_2O-R' O-SiO_2$ • $Na_2O-CaO/MgO-SiO_2$ (Soda-lime glass) • $Na_2O/K_2O-BaO/SrO-SiO_2$ • $Na_2O/K_2O-CaO/ZnO-SiO_2$	
2) $R_2O-PbO-SiO_2$ • $K_2O/Na_2O-PbO-SiO_2$ (Lead glass)	
3) $R_2O-B_2O_3-SiO_2$ • $Na_2O-B_2O_3-SiO_2$ (Borosilicate glass) • $K_2O-B_2O_3-SiO_2$	
4) $R' O-B_2O_3-SiO_2$ • $PbO-B_2O_3-SiO_2$ • $PbO/ZnO-B_2O_3-SiO_2$ • $PbO-B_2O_3-SiO_2+(Filler)$ • $ZnO-B_2O_3-SiO_2$	
5) $R' O-Al_2O_3-SiO_2$ • $CaO/MgO-Al_2O_3-SiO_2$ (Aluminosilicate glass) • $MgO-Al_2O_3-SiO_2$ • $PbO/ZnO-Al_2O_3-SiO_2$	
6) $R_2O-Al_2O_3-SiO_2$ • $Li_2O-Al_2O_3-SiO_2$ • $Na_2O-Al_2O_3-SiO_2$	
7) $R' O-TiO_2-SiO_2$ • $BaO-TiO_2-SiO_2$	
8) $R_2O-ZrO_2-SiO_2$ • $Na_2O/Li_2O-ZrO_2-SiO_2$	
9) $R' O-P_2O_5-SiO_2$ • $CaO-P_2O_5-SiO_2$	
10) $R' O-SiO_2$ • $CaO/BaO/PbO-SiO_2$	
11) SiO_2	
12) $R_2O-R' O-B_2O_3$ • $Li_2O-BeO-B_2O_3$	
13) $R' O-R_2' O_3-B_2O_3$ • $CaO/BaO-Al_2O_3-B_2O_3$ • $CaO/PbO-Lu_2O_3-B_2O_3$	

R : Monovalent element
R' : Divalent element
R'' : Trivalent element

14) $R_2O-Al_2O_3-P_2O_5$ • $K_2O-Al_2O_3-P_2O_5$
15) $R' O-Al_2O_3-P_2O_5$ • $BaO/CaO-Al_2O_3-P_2O_5$ • $ZnO-Al_2O_3-P_2O_5$

[0242]

[Table 2]

	Classification	Compositions (mainly represented by 1- to 3-component systems)
1	Simple oxide	SiO_2 , B_2O_3 , GeO_2 , As_2O_3
2	Silicate	Li_2O-SiO_2 , Na_2O-SiO_2 , K_2O-SiO_2 $MgO-SiO_2$, $CaO-SiO_2$, $BaO-SiO_2$, $PbO-SiO_2$ $Na_2O-CaO-SiO_2$ $Al_2O_3-SiO_2$
3	Borate	$Li_2O-B_2O_3$, $Na_2O-B_2O_3$, $K_2O-B_2O_3$ $MgO-B_2O_3$, $CaO-B_2O_3$, $PbO-B_2O_3$ $Na_2O-CaO-B_2O_3$, $ZnO-PbO-B_2O_3$ $Al_2O_3-B_2O_3$, $SiO_2-B_2O_3$
4	Phosphate	$Li_2O-P_2O_5$, $Na_2O-P_2O_5$ $MgO-P_2O_5$, $CaO-P_2O_5$, $BaO-P_2O_5$ $K_2O-BaO-P_2O_5$ $Al_2O_3-P_2O_5$, $SiO_2-P_2O_5$, $B_2O_3-P_2O_5$ $V_2O_5-P_2O_5$, $Fe_2O_3-P_2O_5$, $WO_3-P_2O_5$
5	Germanate	Li_2O-GeO_2 , Na_2O-GeO_2 , K_2O-GeO_2 , $B_2O_3-GeO_2$, SiO_2-GeO_2
6	Tungstate	Na_2O-WO_3 , K_2O-WO_3
7	Molybdate	Na_2O-MoO_3 , K_2O-MoO_3 , Li_2O-MoO_3
8	Tellurate	Na_2O-TeO_2
9	Borosilicate	$Na_2O-B_2O_3-SiO_2$
10	Aluminosilicate	$Na_2O-Al_2O_3-SiO_2$, $CaO-Al_2O_3-SiO_2$
11	Aluminoborate	$CaO-Al_2O_3-B_2O_3$, $ZnO-Al_2O_3-B_2O_3$,
12	Aluminoborosilicate	$Na_2O-Al_2O_3-B_2O_3-SiO_2$
13	Fluoride	BeF_2 , $NaF-BeF_2$ $ZrF_4-BaF_2-ThF_4$, $GdF_3-BaF_2-ZrF_4$
14	Fluorophosphate	$Al(PO_3)_3-AlF_3-NaF-CaF_2$
15	Oxyhalide	$Ag_2O-AgI-P_2O_5$
16	Oxynitride	$MgO-Al_2O_3-AlN-SiO_2$

[0243]

<Method of producing the organic EL element>

Next, the method of producing the organic EL element of the present invention is described. The anode is preferably produced by the vapor-growth method, e.g., evaporation or sputtering.

[0244]

The cathode can be produced by evaporation or sputtering, the former being more preferable in consideration of making the film on the organic layer, because it damages the organic layer less.

[0245]

For production of the organic layer, e.g., light-emitting layer, vacuum evaporation is the preferable method for its capacity of forming uniformly thin films. Vacuum evaporation gives a uniformly thin film, amorphous or having a grain size of 0.1 μ m or less, the lower limit normally being around 0.001 μ m. The grains having a size exceeding 0.1 μ m may cause problems, e.g., uneven emission of light, high driving voltage required, and greatly reduced charge injecting efficiency.

[0246]

The vacuum evaporation conditions are not limited, but degree of vacuum and deposition rate are preferably 10^{-3} Pa or less and 0.1 to 1nm/second. At the same time, each layer is preferably formed continuously under a vacuum, because this

prevents adsorption of impurities on the interface between the layers to secure good characteristics, and, at the same time, reduces driving voltage of the element and controls generation/growth of dark spots.

[0247]

When vacuum evaporation is used to have a mixed layer or the like which contains 2 or more compounds in one layer, it is preferably formed by coevaporation, in which each compound carried by a boat is individually temperature-controlled to be evaporated by an independent evaporation source. However, when vapor pressures (evaporation temperatures) of the different compounds are similar or very close to each other, they may be mixed beforehand in the evaporation boat and then evaporated.

[0248]

The other methods include solution coating (spin coating, dip coating, casting, etc), and Langmuir-Blodgett (LB) method. The solution coating method may be structured in such a way that each compound is dispersed in the matrix material (resin binder), e.g., polymer. The method of producing the color filter is described earlier.

[0249]

The organic EL element of the present invention is normally DC-driven, but can be AC- or pulse-driven. The voltage to be applied is normally in a range of around 2 to 10V, which is

lower than that for the conventional device.

[0250]

[EXAMPLES]

The present invention is described in more detail by EXAMPLES and REFERENCE EXAMPLES. The compounds used in EXAMPLES are described below by their structural formulae.

[0251]

Tetraarylbenzidine derivative (No. I-1)

Phenyl anthracene derivative (No. I-1)

[0252]

Naphthacene derivative (No. 20)

Styryl amine derivative (S-9)

N,N'-di(1-naphthyl-N,N'-diphenyl benzidine (NPB)

[0253]

<EXAMPLE 1>

A glass substrate was coated with a 100nm thick film of ITO as the transparent electrode (anode) by sputtering.

[0254]

The glass substrate coated with the transparent electrode of ITO was washed ultrasonically with a neutral detergent, acetone and ethanol. It was withdrawn from boiling ethanol, dried, washed with UV/O₃, and set on a substrate holder in a vacuum evaporation apparatus. The vacuum tank was evacuated to 1×10^{-4} Pa or less.

[0255]

Then, N,N'-diphenyl-N,N'-bis[N-phenyl-N-4-tolyl
(4-aminophenyl)]benzidine (HIM34) was deposited at
0.2nm/second by evaporation to a thickness of 20nm, to form
the hole injecting layer.

[0256]

Next, a N,N,N',N'-tetrakis-(3-biphenyl-1-yl)benzidine
(tetraarylbenzidine derivative (No. I-1) was deposited at
0.2nm/second by evaporation to a thickness of 20nm, to form
the hole transferring layer.

[0257]

Next, a tetraarylbenzidine derivative (No. I-1),
10,10'-bis[2-biphenyl-1-yl]-9,9'-bianthryl(phenyl anthracene
derivative (No. I-1)) and naphthacene derivative (No. 20) were
deposited by coevaporation to a thickness of 30nm, to form the
first light-emitting layer of mixed layer type having the
volumetric tetraarylbenzidine
derivative/10,10'-bis[2-biphenyl-1-yl]-9,9'-bianthryl(phenyl
anthracene) derivative ratio of 1:3 and containing the
naphthacene derivative at 3.0% by volume. These compounds were
deposited at 0.05, 0.15 and 0.006nm/second, respectively.

[0258]

Next, a tetraarylbenzidine derivative (No. I-1), phenyl
anthracene derivative (No. I-1) and styryl amine derivative
(S-9) were deposited by coevaporation to a thickness of 50nm,
to form the blue-emitting layer as the second light-emitting

layer of mixed layer type having the volumetric tetraarylbenzidine derivative/phenyl anthracene derivative ratio of 1:3 and containing the styryl amine derivative at 3.0% by volume. These compounds were deposited at 0.05, 0.15 and 0.006nm/second, respectively.

[0259]

Next, phenyl anthracene derivative (No. I-1) was deposited at 0.05nm/second by evaporation to a thickness of 20nm, while keeping the system under a vacuum, to form the electron transferring layer. Moreover, tris(8-quinolinolate)aluminum (AlQ3) was deposited at 0.2nm/second by evaporation to a thickness of 10nm, to form the electron injecting layer.

[0260]

Next, CsI and MgAg (10:1 by weight) were deposited in this order at 0.05 and 0.2nm/second by evaporation to a respective thickness of 0.2 and 200nm, while keeping the system under a vacuum, to form the cathode, which was coated with a 100nm thick aluminum as the protective layer by evaporation, to prepare the organic EL element.

[0261]

The resultant organic EL element comprises, as shown in Figure 1, the substrate 1 coated with the anode 2, which supports the hole injecting layer 3, hole transferring layer 4, first emitting layer 5 of mixed layer type, second emitting layer

6 of mixed layer type, electron transferring layer 7, electron injecting layer 8, and cathode layer composed of the lower layer 9 of an alkali metal compound and upper layer 10 of a metal having a low work function, in this order, to emit light from the substrate 1 side.

[0262]

The organic EL element, when operated at a constant current density of $10\text{mA}/\text{cm}^2$, emitted white-color light of $1,100\text{cd}/\text{m}^2$ as the initial luminance at a driving voltage of 6.0V. The half-life of the luminance was 600 hours under the conditions of constant current density: $100\text{mA}/\text{cm}^2$, initial luminance: $9,000\text{cd}/\text{cm}^2$ and driving voltage: 9.9V, and 50,000 hours under the conditions of constant current density: $10\text{mA}/\text{cm}^2$, initial luminance: $1,100\text{cd}/\text{cm}^2$ and driving voltage: 6.0V.

[0263]

<EXAMPLE 2>

The organic EL element was prepared in the same manner as in EXAMPLE 1, except that the tetraarylbenzidine derivative (No. I-1) was replaced by N,N'-di(1-naphthyl)-N,N'-diphenyl benzidine (NPB), and its characteristics were analyzed also in the same manner. It emitted light of white color. The half-life of the luminance was 500 hours under the conditions of constant current density: $100\text{mA}/\text{cm}^2$, initial luminance: $9,000\text{cd}/\text{cm}^2$ and driving voltage: 9.8V, and 35,000 hours under the conditions of constant current density: $10\text{mA}/\text{cm}^2$, initial

luminance: 1,100cd/cm² and driving voltage: 5.5V.

[0264]

<EXAMPLE 3>

The organic EL element was prepared in the same manner as in EXAMPLE 1, except that the First light-emitting layer of mixed layer type was not provided, and its characteristics were analyzed also in the same manner. It emitted light of blue color. The half-life of the luminance was 500 hours under the conditions of constant current density: 100mA/cm², initial luminance: 8,500cd/m² and driving voltage: 7.8V, and 30,000 hours under the conditions of constant current density: 10mA/cm², initial luminance: 900cd/m² and driving voltage: 6.0V.

[0265]

The spectral patterns of the light emitted from the organic EL elements prepared in EXAMPLES 1 and 3 are shown in Figure 2. They emitted light of white and blue color, respectively.

[0266]

<REFERENCE EXAMPLES 1>

The organic EL element was prepared in the same manner as in EXAMPLE 1, except that cesium iodide for the electron injecting electrode was not used and MgAg was directly deposited on AlQ3 by evaporation to form the electrode.

[0267]

It emitted light of orange color having a luminance of 400cd/m² at a constant current density of 10mA/cm² and driving

voltage of 9.0V. The spectral pattern of the emitted light was measured. It was found that 90% or more of the light was from the naphthacene derivative (No. 20).

[0268]

Its light-emitting life was measured. It emitted light having a luminance of $4,000\text{cd/m}^2$ at a constant current density of 100mA/cm^2 . Its half-life was 4 hours. It was particularly noted that the blue light greatly lost its luminance.

[0269]

<REFERENCE EXAMPLES 2>

The organic EL element was prepared in the same manner as in EXAMPLE 1, except that the tetraarylbenzidine derivative (No. I-1) and phenyl anthracene derivative (No. I-1) as the host compounds for the mixed layer type light-emitting layer was replaced by phenyl anthracene derivative (No. I-1) as the single host compound, which was doped with the naphthacene derivative (No. 20) and styryl amine derivative (S-9) in a similar manner.

[0270]

It emitted light of orange color having a luminance of 900cd/m^2 at a constant current density of 10mA/cm^2 , when operated at a driving voltage of 7.5V. The spectral pattern of the emitted light was measured. It was found that 75% or more of the light was from the naphthacene derivative (No. 20).

[0271]

Its light-emitting life was measured. It emitted light having a luminance of $9,000\text{cd/m}^2$ at a constant current density of 100mA/cm^2 . Its half-life was 100 hours. It was particularly noted that the blue light greatly lost its luminance.

[0272]

<EXAMPLE 4>

[Preparation of the organic EL element]

A glass substrate (Corning's 7059) was scrubbed with a neutral detergent.

[0273]

The substrate was coated with pigment-dispersed type color filters, which is the most common procedure to colorize a liquid crystal display, under the coating conditions to have the 1.0 to $1.5\mu\text{m}$ thick film for each of the red, green and blue colors. Each filter was treated to have the desired pattern. The substrate was coated with the red color filter material by spin coating at 1,000rpm for around 5 seconds, and the resultant color filter was prebaked at 100°C for 3 minutes. The photomask was aligned by an exposure device, irradiated with ultraviolet ray of 20mW for around 30 seconds, and developed with an around 0.1% by weight aqueous solution of tetramethyl ammonium hydride (TMAH) for around 1 minute. It was cured at 220°C for 1 hour to form the red color filter. The curing was to prevent the color filter from dissolving the color filter solution of another color, to be spread thereon subsequently.

The color filters were prepared on the red color filter one after another by the similar procedure, although the detailed conditions for forming the filters were different for the different materials (pigments).

[0274]

Next, the color filter was coated with an overcoat of acrylic resin to have the flat surface for the ITO film to be provided thereon. The overcoat material was treated to have a desired pattern, and cured at around 220°C for 1 hour, to have the overcoat layer, around 3μm thick.

[0275]

Next, ITO was spread on the overcoat layer by sputtering to form the transparent, electroconductive layer, around 100nm thick. It was treated by photolithography to have a resist pattern, and etched with a diluted hydrochloric acid. Then, the resist was removed, to have the ITO pattern.

[0276]

The patterned ITO layer was coated with a SiO₂ layer as the insulation film by sputtering. It was patterned in such a way to leave SiO₂ in the area other than the area where the emitted light could be seen from the substrate side, to form the insulation film, around 0.1μm thick.

[0277]

The organic layer for the organic EL element, cathode and protective layer were formed in the same manner as in EXAMPLE

1, to prepare the organic EL displays having the white, green or blue dots. The picture element was 2 by 2mm in size, and number of the picture element was 1 dot for each color.

[0278]

Each of the organic EL element displays, when operated at a constant current density of $100\text{mA}/\text{cm}^2$, was confirmed to emit the color of the following luminance and CIE chromaticity:

[0279]

	Luminance cd/m^2	CIE x/y
White	5260	0.32/0.34
Red	934	0.62/0.34
Green	2900	0.31/0.50
Blue	744	0.12/0.14

[0280]

<EXAMPLE 5>

[Preparation of the simple matrix type organic EL color display]

The substrate prepared in the same manner as in EXAMPLE 4 was set on the substrate holder in a sputtering unit, and coated with an approximately $1.5\mu\text{m}$ thick Al film and then with approximately 30nm thick TiN continuously, to form the laminate of Al and TiN. The Al and TiN films were brought into close contact with each other with no natural oxide film in-between, because they were continuously formed without breaking the vacuum. The laminate film was treated by photolithography to have the low-resistance wiring pattern.

[0281]

The color filter and overcoat layers were formed in the same manner as in EXAMPLE 4. The overcoat layer was patterned in such a way to expose the TiN layer surface.

[0282]

Then, the ITO layer as the transparent electrode was formed in the same manner as in EXAMPLE 4. This connected the low-resistance Al wiring pattern on the ITO layer to that formed beforehand, to form the column lines.

[0283]

The patterned ITO layer was coated with a SiO_2 layer as the insulation film by sputtering. It was patterned in such a way to leave SiO_2 in the area other than the area where the emitted light could be seen from the substrate side, to form the insulation film, around $0.1\mu\text{m}$ thick. The insulation layer worked to avoid useless light emission in an area unseen from the substrate surface. It prevents another trouble; the area has holes or grooves, and the organic EL layer deposited on the inclined portion would become thinner tending to cause current leakage without the insulation layer.

[0284]

The insulation layer was then coated with a solution adjusted to contain 15% by weight of polyimide to a film thickness of $2\mu\text{m}$ by spin coating. The resultant film was prebaked at 145°C for 1 hour, to form the intermediate spacer film.

Subsequently, it was coated with a positive resist layer, which was treated by exposure and development to have a desired photopattern, in order to form the shade-like photosensitive resin shape. The developing solution removed the positive resist. It also treated the intermediate spacer film into the final shape. This resulted in the divided structure of the element.

[0285]

Next, the organic layer for the organic EL element, cathode and protective layer were formed in the same manner as in EXAMPLE 1, to prepare the simple matrix type organic EL display. Its picture element was 330 by 110 μ m in size, and number of the picture element was 320 by 240 by RGB dot.

[0286]

When operated in line sequence, it emitted colored light having CIE chromaticity levels similar to those observed in EXAMPLE 4.

[0287]

<EXAMPLE 6>

The display was prepared in the same manner as in EXAMPLE 4, except that a black matrix was provided between the aligned color filters. When operated in a similar manner, it emitted sharper light in comparison with EXAMPLE 4. The black matrix was of a common pigment-dispersed type.

[0288]

<EXAMPLE 7>

The display was prepared in the same manner as in EXAMPLE 4, except that an overcoat layer of acrylic resin and approximately 60nm thick SiO₂ layer as the protective film were provided in this order. When operated in a similar manner, it produced the results similar to those observed in EXAMPLE 4. It was also found that the element had improved durability.

[0289]

[ADVANTAGE OF THE INVENTION]

The present invention efficiently emits light of blue color. It is applicable to the multi-color emission, including blue color, and gives the organic EL element of high luminance and long service life. Moreover, the organic EL element is applicable, with its excellent characteristics, to the organic display emitting multi-colors, when combined with a color filter.

[BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

[Figure 1] outlines the cross-section of the organic EL element prepared in EXAMPLES.

[Figure 2] shows the spectral patterns of the light emitted from the organic EL element prepared in EXAMPLES.

[DESCRIPTION OF THE REFERENCE NUMERALS AND SIGNS]

- 1 Substrate
- 2 Anode
- 3 Hole injecting layer

- 4 Hole transferring layer
- 5 First emitting layer
- 6 Second emitting layer
- 7 Electron transferring layer
- 8 Electron injecting layer
- 9 Lower layer of cathode
- 10 Upper layer of cathode

[Figure 2]

Strength (arbitrary unit)

Wavelength (nm)